ACTA BOTANICA

ACADEMIAE SCIENTIARUM HUNGARICAE

ADIUVANTIBUS
B. GYŐRFFY, S. JÁVORKA, J. MÁTHÉ, G. UBRIZSY B. ZÓLYOMI,

REDIGIT
R. SOÓ

TOMUS II FASCICULI 1—2

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
BUDAPEST 1955

ACTA BOTANICA

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA BOTANIKAI KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTŐSÉG ÉS KIADÓHIVATAL: BUDAPEST, V., ALKOTMÁNY UTCA 21

Az Acta Botanica orosz, francia, angol és német nyelven közöl értekezéseket a botanika tárgyköréből.

Az Acta Botanica változó terjedelmű füzetekben jelenik meg. Több füzet alkot egy kötetet.

A közlésre szánt kéziratok géppel írva, a következő címre küldendők:

Acta Botanica, Budapest 62, Postafiók 440

Ugyanerre a címre küldendő minden szerkeszsőségi és kiadóhivatali levelezés.

Az Acta Botanica előfizetési ára kötetenként belföldre 80, külföldre 110 Ft. Megrendelhető a belföld számára az Akadémiai Kiadónál (Budapest, V., Alkotmány utca 21. Bankszámla 04-878-111-46), a külföld számára pedig a »Kultúra« Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalatnál (Budapest, VI., Sztálin út 21. Bankszámla: 43-790-057-181) vagy külföldi képviseleteinél és bizományosainál.

»Acta Botanica« публикует трактаты из области ботаники на русском, французском, английском и немецком языках.

»Acta Botanica« выходит отдельными выпусками разного объема. Несколько выпусков составляют один том.

Предназначенные для публикации авторские рукописи (в напечатанном на машинке виде) следует направлять по адресу:

Acta Botanica,
Budapest, 62, Postafiók 440

По этому же адресу направлять всякую корреспонденцию для редакции и администрации.

Подписная цена »Acta Botanica« — 110 форинтов за том. Заказы принимает предприятие по внешней торговле книг и газет »Kultúra« (Budapest, VI., Sztálin út 21. Текущий счет № 43-790-057-181) или его заграничные представительства и уполномоченные.

ACTA BOTANICA

ACADEMIAE SCIENTIARUM HUNGARICAE

ADIUVANTIBUS
B. GYŐRFFY, S. JÁVORKA, J. MÁTHÉ, G. UBRIZSY, B. ZÓLYOMI

REDIGIT
R. SOÓ

TOMUS II

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
BUDAPEST, 1956

INDEX

Andreánszky, G.: Lés étapes et les conditions biologiques de l'évolution de la flore tertiaire en Hongrie — *Г. Андреански:* Этапы и биологические факторы развития третичной флоры в Венгрии 221

Borhidi, A.: Die Steppen und Wiesen im Sandgebiet derKleinen Ungarischen Tiefebene — *А. Борхиди:* Степные и луговые растительные ассоциации на песчанных территориях Малой Венгерской низменности 241

Claus, G.: Algae and their Mode of Life in the Baradla Cave at Aggtelek — *Г. Клаус:* О флоре водорослей пещеры Барадла в Аггтелеке 1

Görgényi—Mészáros, J.: Die Gewebeentwicklung und Wurzelbildung des plagiotropen Sprosses von Cotinus Coggyria Scop. — *И. Гергеньи—Месарош:* Гистогенез плагиотропных побегов скумпия (Cotinus Coggygria Scop.) и способ их укоренения 27

Győrffy, B.—Rédei, Gy.—Mme Rédei, Gy.: La substance de croissance du mais laiteux — *Б. Дьерффи—Г. Редеи—Г. Редеи:* Фактор роста млечной кукурузы 57

Hortobágyi, T.: Zwei Bodenblüten auf der Grossen Ungarischen Tiefebene — *Т. Хортобадьи:* Два случая цветения почвы на Большой Венгерской низменности 77

Hortobágyi, T.: The Autumnal Mass Death of Fish in the Pond of Fehértó near Szeged and the Phytocenosis of the Pond — *Т. Хортобадьи:* Осенний замор рыбы в рыбоводном пруде № X озера Фехер около г. Сегед и фитоценоз пруда 83

Jakucs, P.: Geobotanische Untersuchungen und die Karstaufforstung in Nordungarn — *П. Якуч:* Фитоценологические исследования и облесение карста в северной Венгрии 89

Kárpáti, I.—Mme V. Kárpáti: Natürliches Vorkommen von Fraxinus oxycarpa in Ungarn 275

Kárpáti, Z.: Die Florengrenzen in der Umgebung von Sopron und der Florendistrikt Laitaicum — *З. Карпати:* Флористические границы окрестности г. Шопрон и флористическая область Лайтаикум 281

Kol, E.: Comparative Algological and Hydrobiological Studies in Rice Fields in Hungary *Э. Кол:* Альгологические и гидробиологические сравнительные исследования на рисовых плантациях в Венгрии 309

Kovács, M.: Die zönologischen und ökologischen Verhältnisse von Cladietum marisci in der Gegend des Balaton-Sees — *М. Ковач:* Ценологические и экологические условия Cladietum marisci в окрестности озера Балатон 133

Potapow, N. G.—Cseh, E.: Die Gesetzmässigkeiten der Blutung und der Stickstoffumwandlung in der Wurzel — *Н. Г. Потапов—Э. Чех:* Закономерности выделения сока корнями и преобразование азота 147

Potapow, N. G.—Dévay, M.: Physiologische Unterschiede zwischen den Wurzeln von Leguminosen und Nichtleguminosen — *Н. Г. Потапов—М. Деваи:* Физиологические разницы между корнями бобовых и небобовых растений 159

Potapow, N. G.—Maróti, M.: Vergleichende Untersuchung der Meristeme von Wurzel- und Sprossspitze an Bohnenkeimlingen — *Н. Г. Потапов—М. Маротн:* Сравнительное исследование меристем конуса нарастания и корней на зародыше фасоли 365

Potapow, N. G.—Maróti, M.: Die Synthese der Nukleinphosphorsäure in der Wurzel und im Spross von Bohnenkeimlingen — *Н. Г. Потапов—М. Маротн:* Синтез нуклеинфосфорной кислоты в корнях и побегах проростка фасоли 377

Potapow, N. G.—Molnár—Keresztes, I.: Phosphorformen im Blutungssaft der Kulturpflanzen — *Н. Г. Потапов—Л. Мольнар:* Фосфорные формы в выделенном соке культурных растений 171

Rédei, G.—Mrs. Rédei, G.: Rearing Wheat Ovaries in vitro — *Г. Редеи* и *Г. Редеи:* Разведение in vitro хлебных маточников 183

Soó, R.: Festuca Studien — *Р. Шоо:* Исследования Festuca 187

Ubrizsy, G.: Neuere Untersuchungen über die Zönologie bodenbewohnender Grosspilze der Waldtypen — *Г. Убружи:* Новые исследования условий симбиоза почвенных макроскопических грибов в различных типах лесов 391

ALGAE AND THEIR MODE OF LIFE IN THE BARADLA CAVE AT AGGTELEK

By
G. CLAUS

Institute of Botanical Taxonomy, Loránd Eötvös University, Budapest

(Received 9. IV. 1955)

The flora of caves has been studied ever since the middle of the 18th century. Fungi of various caves were described by SCOPOLI as early as in 1772, by HUMBOLDT in 1793, and by HOFFMANN in 1811. One of POKORNY'S works (1853) also deals with the flora of caves and, later, the plant life in more than a hundred caves in France was studied by MAHEU. Between 1910 and 1916, LÄMMERMAYER undertook similar investigations in the caves of the Eastern Alps, while ZMUDA examined the cave-flora in the Tatra mountains and the Galician Plateau in Poland. Studies of this kind were made by Gams in the South of Switzerland, as also in the North of Bavaria.* At the present time, many similar investigations are beig carried on and in Hungary. A. BOROS is occupied with the search for cave plants and the examination of their ecology.

Prof. E. DUDICH was the first to make biological studies in the Baradla cave. We find the following passage in his work giving a comprehensive account of his investigations of many years : (p- 66); «Es muss betont werden, dass ich weder gelegentlich meiner früheren Excursionen, noch zu meiner letzten Forschungszeit höhere Pflanzen, also etwa Moospflanzen, Farnpflanzen in der Höhle gefunden habe. Sogar in den Eingängen nicht, geschweige denn in der ewigen Finsterniss der eigentlichen Höhle . . . Auch Algen sah ich in den Eingängen nicht, obwohl ich sie, mindestens im Eingang I, erwartet hätte. Ich muss aber jedoch bemerken, dass Herr Prof. ALEXANDER MÁGÓCSY-DIETZ, Professor i. R. der Botanik an der Universität zu Budapest, mir nach dem Abschlusse meiner Untersuchungen erwähnt hat, dass er einst Algen in der Region des Einganges I beobachtet hatte, und zwar in den an Höhlendecke hängenden Sickerwassertropfen. An diesem Punkt muss also die Arbeit eines Algologen einsetzen und die Sachlage aufklären.»

It was this remark of Prof. DUDICH that induced us to start algological studies in this cave.

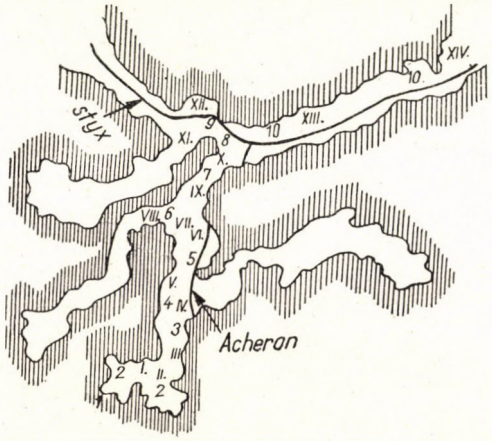
* See MORTON p. 1–6.

2

Geographical conditions

The stalactite cave of Baradla lies in North Hungary, in the counties Gömör and Abaúj-Torna, the area being known as the Torna-Karst. Karst is a limestone formation ; the limestone beds found in the area under review belong to the alpine facies of the Upper Trias. It is a gently rolling country where only the «Poronya Roof» exceeds the height of 500 m., the cave lying everywhere else beneath hills of lower elevations.

The known sections of the cave are about 22 km. long ; as regards length and dimensions in general, it is the largest stalactite cave in Europe. Origi-



nally, there was but a single opening to the surface. The cave was a so-called «sac cave», to which several artificial entrances were made subsequently. The one natural opening at Aggtelek lies 332 m. above sea level, at the foot of a 25 m. high cliff facing south. It is 180 × 100 cm.

Two underground streams, «Styx» and «Acheron», flow through the cave, the former emptying into the latter. The natural outlet of the Acheron was unknown for a long time but recent speleological explorations have shown it to flow through a lately unearthed lower cave, where its water becomes clear and then spouts to the surface as the spring at Jósvafő. The pH value of these spelean waters varies between 7 and 7,4. Their conductance extremes are from 3,861 to 5,320 × 10^{-4} mho. Their temperature agrees with that of the cave, the annual mean of which is 10 °C, with extremes of 4,5° C and 11,5° C, respectively. (Meteorogical Niche.)

The relative humidity of the air is from 84 to 100% throughout the cave (cf. DUDICH, p. 130, tab. 6). With the exception of the immediate vicinity of the entrances the cave is completely dark.

According to JAKUCS (p. 16) «The steep cliff at Aggtelek is the fault plane of the dislocation of a 50 m. high vertical crust of the earth. Recent observations made in the cave have shown that the dislocation occurred not prior to but after the formation of this cave system. Once the entire known part of the cave must have been at a lower level, and the main branch between Jósvafő and Aggtelek probably continued to the west and possibly had twice the length of the sections known to us. The cave end as it seems today at the entrances at Aggtelek must have been but the middle portion of what was then the main branch, which was cut off in the fault plane at the time of the great upheaval that produced the hanging wall rock, and was displaced upwards to a distance of 50 m., thus severing the present end of the cave from its continuation now hidden the earth. The Aggtelek entrances of the Baradla cave are therefore not the products of water erosion (although water may have streamed through them into the cave in the Ice Age) ; they are of tectonic origin, and give direct access to the well developed halls and corridors of the chopped-off former middle section.»

Methods

The respective Institutes for Botanical and Zoological Taxonomy of the Loránd Eötvös University made a field trip on July 11, 1953, to the Baradla cave under the guidance of Prof. E. DUDICH. Algological investigations were supervised by Miss P. PALIK. The investigations covered about 500 m. from Entrance I. Except in the immediate vicinity of the entrance, no algae were found. Test material was nevertheless collected by taking scrapings from the cave walls at different heights, and also by scraping, chipping or breaking off small bits of dripstone from the roof. Additional material was taken from the cave streams by means of plankton nets specially made for the purpose, and also from the «Aquariums» and by drawing too. No test material was collected from the floor of the cave as it is constantly contaminated by the boots of visitors. The collected material was placed in sterile glass boxes labelling the places of collection thereon.

A second trip to the cave was made on June 22, 1954 ; its object was partly to collect fresh material, partly to bring back to and leave in the cave the cultures grown in light in the Institute of Botanical Taxonomy from the originally collected material ; it was intended to ascertain after 6 and 12 months, respectively, the changes undergone by the algae in the utter darkness. The glass boxes with the cultures were put down at a distance of from 500 to 600 m. from Entrance I in the following places : 1st box : half way down Nádor street, left side, at the broadening of the way, in a recess of the wall, at a height of 2 m. 2nd box : further along Nádor street, on the left side, about 15 m. after the projection, at the posterior side of a big stalactite, at a height of 2,5 to 3 m. 3rd box : on the left side of Nádor street, at the second projection, in a wall recess after the Terrace, at a height of 2 m.

The following is a list of the places of collection, Arabic numerals indicating the first, and Roman numerals the second trip. (See also figure.)

First trip (July 11, 1953)

1. Immediate vicinity of entrance.
2. Porch. Meteorological niche (45 m.). Charnel house.
3. Right side of the street between Bridge 1 and King's Well.
4. Left side of the street between Bridge 1 and King's Well.
5. Ramp of Cathedral (208 m.). Cathedral.
6. Neighbourhood of entrance to Bat Cave.
7. Neighbourhood of Bridge 3 (312 m.).
8. Water of Acheron (330 m.). Interior of Aquariums.
9. Walls of surrounding Aquariums, up to a height of about 160 cm.
10. Nádor street (400 to 500 m.).

Second trip (June 22, 1954)

I. 10 m. from entrance.
II. Porch. Meteorological niche (45 m.).
III. Charnel house + roof above street.
IV. Right side of street from Bridge 1 to King's Well.
V. King's Well.
VI. Right side of street from King's Well to Cathedral (209 m.).
VII. Left side of street from King's Well to Cathedral (209 m.).
VIII. Neighbourhood of entrance to Bat Cave.
IX. Neighbourhood of Bridge 3 (312 m.).
X. Entrance side of Acheron. Exterior walls of Concert Hall.
XI. Interior of Aquariums.
XII. Walls surrounding Aquariums up to a height of 160 cm.
XIII. Nádor street (400 to 500 m.).
XIV. Further down Nádor street, after the second projection (600 m.).

Figures in brackets indicate distances from Entrance I.

While collecting our material we found a number of mycelia and even thalluses of fungi. A yellow coloured colony of *Monilia aurea* Gmel. was most conspicuous. Many other bacteria and fungi are mentioned in Prof. DUDICH's work (p. 67).

Back in the Institute, the glass boxes were filled with KNOP's culture medium and left to stand on the inner sills of windows facing north. After 3 to 4 weeks the contents of the boxes began to colour, a greenish-bluish and brownish coating appeared on the bottom and the sides of the vessels, as also on the surface of the wall scrapings and the chipped-off pieces of dripstone. Soon there appeared the *Helminthosporium sp.*, and was followed first by a foliaceous moss (classified by A. BOROS under the genus *Bryum)*, and then by the liverwort.

The coating on the wall scrapings was strikingly found to consist of a single algal species. Most probably, a single cell had found its way to and multiplied in that particular piece of wall.

The material collected on the two trips has been determined to consist of 69 species, varieties and forms of algae distributed as follows :

Cyanophyta group : 44 species, varieties and forms. *Euglenophyta* group : 1 species. *Chrysophyta* group : 12 species and varieties, of which *Xanthophyceae :* 1 species, *Chrysophyceae :* 1 species, *Bacillariophyceae :* 10 species and varieties. *Chlorophyta* group : 12 species, all belonging to the *Chlorophyceae.* Three species, one variety and one form of those enumerated are new, and many of them are new to Hungary.

In the taxonomic part that follows the occurrences of the respective species are shown in brackets ; these data were taken from the algologic keys and manuals in use, and merely serve to give a general idea of the habitat of the individual species. In respect of each species listed it is specially mentioned whether the cultures grown from the first or from the second collection yielded more of it. This is admittedly of no great significance since it is quite possible that KNOP's nutrient medium, or the light conditions, or the temperature of the rooms, while favouring the growth and propagation of some of the species in our cultures represented conditions detrimental to the development of others. The cultures furnish a clue to the species only that lived at the different points of collection in the cave but allow of no conclusions as to the masses in which they occurred at them.

Taxonomy

CYANOPHYTA

Chroococcaceae

1. *Microcystis parasitica* Kütz. (In stagnant waters, frequently attached to water plants or algae.) Very few in collection 4. A few in collections II, IV, and XI.
2. *Gloeocapsa mellea* Kütz. (On humid soil and humid walls.) Very few in collection 10. A few in collection IX.
3. *Gloeocapsa granosa* (Berk.) Kütz. (In bogs and hothouses.) Very few in collection 4. More in collection I.
4. *Gloeocapsa punctata* Näg. (Frequent everywhere on moist rocks.) A few in collection 10.
5. *Gloeothece vibrio* N. Carter. (On rocks and treetrunks.) Very few in collection 5.
6. *Synechococcus elongatus* Näg. (On humid soils and aged treetrunks.) More in collection 1 and I, less in collection 2.

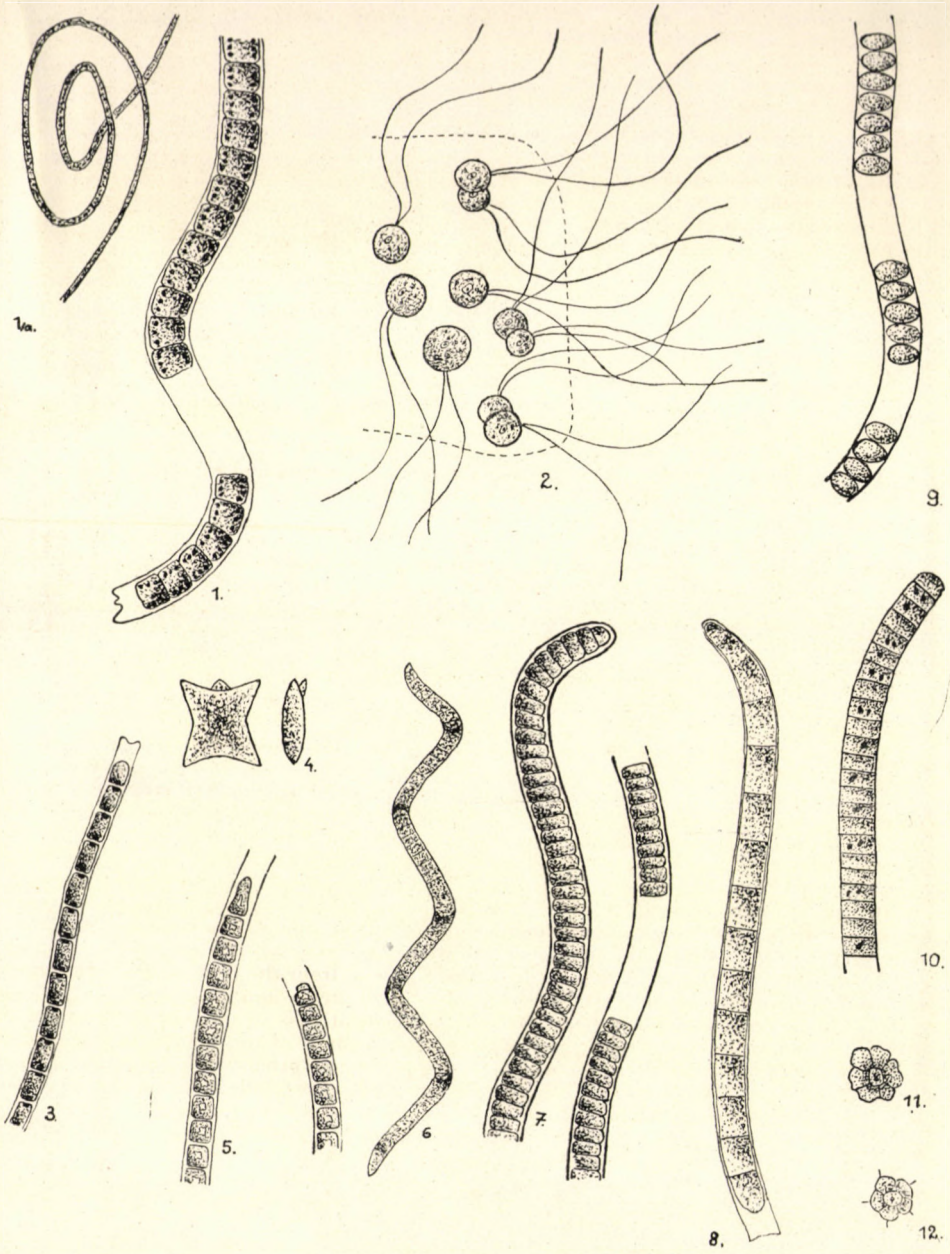


Fig. 1. Lyngbya palikiana n. sp. Strong magnification from the right hand side. *Fig. 2. Tetraspora tarnayana* n. sp. *Fig. 3. Phormidium frigidum* Fritsch. *Fig. 4. Tetrapedia reinschiana* Arch. *f. aggtelekienses* n. f. Frontal and lateral view. *Fig. 5. Phormidium dimorphum* Lemn. *Fig. 6. Spirulina laxa* Smith. *Fig. 7. Phormidium pristleyi* Fritsch. *Fig. 8. Oscillatoria dudichiana* n. sp. *Fig. 9. Lyngbya erebi. Fig. 10. Oscillatoria pseudoangusta var. brevicellulata. Fig. 11. Sorastrum simplex* (a form found in the cave). *Fig. 12. Sorastrum simplex* according to Wille's drawing

7. *Tetrapedia reinschiana Arch. f. agtelekiensis nova forma.* Cells more or less quadratic, 3,5 to 4 μ wide, pointed at the apices. One pair of opposite walls concave, the other triangular. Lateral view barrel-shaped. Colour bluish green. They differ from the species by being smaller in size and having a fifth apiculus on the cell surface. (The speciesoccurs in peaty bogs.) A few in collection 10. (Fig. 4)

   Cellula plus minusve quadrata, 3,5—4 μ lata, angulis acuminatis. Duo latera opposita concava, altera duo latera autem forma triangulari excavata. Cellula a latere visa dolioliformis, colore glaucescentiviridis. A typo mensuris minoribus necnon in margine superiore praeter angulos apiculo quinto differt. (Typus in paludibus sphagnetosis invenitur.)

Chlorogloeaceae

8. *Chlorogloea microcystoides* Geitl. (Occurring on well-curbs in dripping water, occasionally in stagnant waters.) A fair number in collection 5. More in collection I, less in XIII.

Stigonemataceae

9. *Hapalosiphon intricatus* W. et G. S. West. (In stagnant waters attached to water plants or among the moss, sometimes on humid soils. Europe, Africa, and Antilles.) Described by Magdeburg from several Swiss caves as a stalactite-forming species. By dissolving the limestone with 5% HCl, the filaments can be brought to light undamaged from the minute dripstones. We found it in minute stalactites all over the examined area.

Scytonemataceae

10. *Plectonema puteale* (Kirchn.) Hansg. (On well structures ; in rivulets, attached to stones and pieces of wood, or free-floating. Central Europe and Alaska.) A few in collection 1.
11. *Plectonema schmidlei* Liman. (On humid walls.) A fair quantity in collection 4 and I.
12. *Tolypothrix distorta* (Fl. Dan.) Kütz. (In stagnant, seldom in slowly flowing waters.) Very few in collection 2.

Nostocaceae

13. *Nostoc punctiforme* (Kütz.) Hariot. (In stagnant waters, attached to water plants.) Many in collection 10.

Oscillatoriaceae

14. *Spirulina laxa* Smith. Filaments 2,0 to 2,8 μ wide and bluish-green. Spirals 4,5 μ wide, placed at 15 to 20 μ intervals from one another. Cells shorter than wide. Colony a dark bluish-green. (Wisconsin, North America. According to the latest Soviet key to Algae (HOLLERBACH: p. 465), it occurs, though rarely, also in the stagnant waters of the Ukraine. Fig. 6). A few in collections 10 and XIII.
15. *Pseudanabaena tenuis* Koppe. (On putrescent mud, in humus, further on the banks of the Holstein lakes.) A few in collection 1.
16. ***Oscillatoria dudicsiana nov. sp.*** Colony jelly-like and yellowish green. Filaments darkviolet-brown, 7,5 to 11,3 μ wide, with a well-developed, tight, colourless sheath. They are not articulated at the septa, the apices are thinning out and curved. Cells 6 to 8 μ long, plasm not granulated. Very many in collection 2. The species is closely related to *O. borneti* Zukal, but the plasm is not keritomized, and the sheath is well developed (Fig. 8).

   Filamenta stratum gelatinosum luteo-viridem formantia, ipsa filamenta obscure violaceo-fusca, 7,5—11,3 μ lata, vagina crassa, stricte adhaerente, hyalina circumdata, ad septa non constricta, apicem versus attenuata, incurva. Cellulae 6—8 μ longae ; plasmate non granulato. Ad *O. borneti* Zukal vergens, ab ea plasmate non keritomisato et vagina crassa differt.
17. *Oscillatoria chlorina* Kütz. (In mud and even in saline waters. Europe, North America, Africa, Antarctis.) Many in collection I.
18. *Oscillatoria tenuis* Ag. (Fixed or swimming in stagnant waters ; cosmopolitan.) Great masses in collection I.
19. *Oscillatoria tenuis* Ag. *var. symplociformis* Hansg. (In flowing waters.) Many in collection 5.
20. *Oscillatoria irrigua* Kütz. (In stagnant and flowing waters, or even on damp rocks ; cosmopolitan.) Many in collections II and III.

21. *Oscillatoria neglecta* Lemm. (On humid walls and in waters containing putrescent matter.) Many in collection 5.
22. *Oscillatoria limnetica* Lemm. (In the plankton of lakes, frequently in sewage, mud, and occasionally in the gelatinous capsule of other algae.) Many in collection 3, less in collection 4, more in XIII.
23. *Oscillatoria geminata* Menegh. (In peaty bogs, hothouses, thermal springs.) Very many in collection 10.
24. *Oscillatoria pseudoangusta* Claus ***var. brevicellulata nov. var.*** Filaments solitary, 0,6 μ wide, bluish-green or almost colourless, not articulated along the septa. Length of cells 0,3 μ, width about 0,6 μ. Some cells with one or two luminous grains. The variety differs from the species in its dimensions. (The species occurs in the thermal spring at Bükkszék.) A few in collection 4 (Fig. 10).
    Filamenta 0,6 μ lata, solitaria, glauco-viridia vel subhyalina, ad septa non constricta. Cellulae dimidio breviores quam latae, 0,3 μ longae. In cellulis nonnullis punctumunicum vel duo puncta fulgentia visibilia. (Typus in thermis Bükkszékensibus inventus.)
25. *Oscillatoria pseudogeminata* G. Schmid. (On grimy, damp walls.) Many in collection V.
26. *Oscillatoria profunda* Kirchn. (On lake muds). A few in collection XII.
27. *Oscillatoria guttulata* van Goor. (Fixed on lake muds, or freely swimming.) Great masses in collection I.
28. *Oscillatoria agardhii* Gom. (In lake planktons.) A fair amount in collection 1.
29. *Oscillatoria woronichinii* Anissim. (In mineral water lakes in the Ukraine.) Many in collection XIII.
30. *Oscillatoria animalis* Ag. (In cold or warm stagnant waters, on the walls of hothouses; cosmopolitan.) Very few in collection 8.
31. *Phormidium frigidum* Fritsch. Colony thin, skin-like. Filaments bent, entangled. Sheath slimy, diffuse. Filaments strongly articulated along the septa, ends not tapered, their width 0,8 to 1,2 μ. Apical cells rounded. Cells twice as long as wide, faintly bluish-green, each with a luminous grain by the side of the septa. An interesting occurrence. It is described in two of GEITLER's works (1932, p. 997 ; 1925, p. 377) as occurring in the antarctic regions and in the High Tátra, while according to HOLLERBACH, KOSSINSKAIA, POLIANSKII, it can also be found occasionally in various parts of the Soviet Union, both in flowing and stagnant waters. (1952, p. 477). (Fig. 3) Many in collection 3. Few in collection II, V, VIII and XII.
32. *Phormidium foveolarum* (Mont) Gom. (On humid soils, damp lime rocks, and also in sewage.) A few in collection 10.
33. *Phormidium henningsii* Lemm. (On peat-moss ; in wash-houses.) A fair number in collection 1.
34. *Phormidium molle* Gom. (In stagnant waters ; on humid soils.) A few in collection I.
35. *Phormidium pristleyi* Fritsch. Colony soft and of a bright bluish-green, easily falling to pieces on pressure. Filaments coiled and densely intertwined. Sheath tight. Filaments articulated at the septa, fragile, non-tapering, 3,3 μ wide ; apical cells rounded. Cells half as long as wide, faintly bluish green ; no grains by the side of the septa. An interesting occurrence. GEITLER, 1925, p. 378. Antarctis. 1932, p. 1008 «Im Süsswasser Antarktis» (Nähere Standortsangaben fehlen). HOLLERBACH does not mention it (Fig. 7).
36. *Phormidium dimorphum* Lemm. Colony skin-like, extended, blackish, bluish-green. The straight or bent filaments frequently take parallel courses, they are strongly articulated along the septa, 3,5 to 5 μ wide, bright bluish-green, tapering, or else widely rounded off at the end without thinning out. Sheath tight, colourless, thin, not layered, and fails to stain with chlor-zinc-iodine. Cells mostly quadratic, occasionally shorter but at the ends of filaments usually longer than their width ; their length varies from 2 to 5,6 μ, but is mostly 3 μ. No grains by the side of the septa. Apical cells the shape of an elongated rounded-off cone, or that of a somewhat flattened hemisphere with a cap about 2 μ wide and 1,5 μ long. GEITLER, (1925, p. 381 and 1932, p. 1011) «Salinen in Kissingen». HOLLERBACH (p. 481) claims its occurrence in West Sibiria, in saline basins and even in the soil. The present author has found it in the thermal spring at Bükkszék. A great number of both forms in collection 2, and a fair number in 7 (Fig. 5).
37. *Lyngbya amplivaginata* van Goor. (In river muds in Holland.) Many in collection V.
38. *Lyngbya erebi* W. et G. S. West. Colony flatly extending, from 3 to 5 mm. thick and of shades varying from dark bluish-green to colourless. Filaments entangled, 0,9 μ thick, strongly articulated along the septa. Sheath thin and tight. Filaments non-tapering. An interesting occurrence. GEITLER (1925, p. 394 and 1932, p. 1056) «In stehendem Wasser Antarktis». HOLLERBACH does not mention it. A few in collection 6 (Fig. 9).

39. *Lyngbya digueti* Gom. (In stagnant waters.) Many in collection 4.
40. ***Lyngbya palikiana nov. spec.*** Colony bright bluish-green, forms a membrane floating on the surface of the water; sometimes settles at the bottom of the experimental flask. Filaments form bundles, and are either straight or irregularly bent, 2 to 3 μ wide, bright bluish-green, markedly articulated along the septa. Sheath thin and adhesive. Cells quadratic or somewhat shorter than wide. Grains on the side walls. Apical cells rounded off. Great masses in collection 7, many in 5 (Figs. 1 and 1a).

    Stratum membranaceum glauco-viride in superficie aquae formans, nonnunquam in vitro substrato adhaerens. Filamenta fascicularia, recta, vel irregulariter curvata, 2—3 μ lata, laete glauco-viridia, ad septa valde constricta. Vagina tenuis, stricte adhaerens. Cellulae quadratae, vel parum breviores quam longae. Membranae cellularum) laterales granulatae. Cellula apicalis rotundata.
41. *Lyngbya martensiana* Menegh. (In stagnant and flowing waters, hothouses ; cosmopolitan.) A fair number in collections 5 and 8. (It was not found when the test material collected on the first trip was examined but there was a great number of it in the glass box which had been put back into the cave with the contents of collections 5 and 8). We shall come back to this point.
42. *Schizotrix fragilis* (Kütz.) Gom. On the border of puddles, on damp walls.) A few in collection 5.
43. *Schizotrix cyanea* Näg. (On damp rocks.) Many in collection 3. Colony black. It occurs in the soot-like deposits in the cave.

    (It is noteworthy that the black coatings occurring in different caves have given rise to contradictory theories since the beginning of the last century. RAISZ (1807) believed them to have been produced by the fire of primeval men, while KYRLE (1923) attributed them to the torches of visitors. Lately it is assumed they are colonies of iron bacteria (MAGDEBURG, DUDICH, JAKUCS). No iron bacteria were found during our two trips to the Baradla cave, while a number of algae could be shown forming blackish or black colonies, e. g. *Gloeocapsa punctata*, *Phormidium foveolarum*, *Phormidium henningsii*, *Phormidium dimorphum* and *Schizotrix cyanea*. It can therefore be assumed that some of the black coatings consist of colonies of algae.

Chlorobacteriaceae

44. *Tetrachloris inconstans* Pascher. (On putrescent mud, in stagnant and flowing waters.) A fair number in collection 7, many in XII.

EUGLENOPHYTA

Euglenaceae

1. *Trachelomonas sp.* Capsule covered with bristles, elliptic, 8,4 long and 7,5 μ wide, brownish yellow. Two specimens were found in collection 10.

CHRYSOPHYTA

Xanthophyceae
Sciadiaceae

1. *Ophiocytium parvulum* (Perty) A. Braun. (Very frequent ; great masses in some places.) A few in collection 5.

Chrysophyceae
Ochromonadaceae

2. *Ochromonas ovalis* Dofl. (Occuring in great masses.) Many in collection 10.

Bacillariophyceae
Fragilariaceae

3. *Diatoma vulgare* Bory. (Cosmopolitan. In stagnant and flowing waters, on damp rocks, well-curbs, etc.) Two chains found in collection X.
4. *Diatoma elongatum* Ag. *var. minor* Grun. (Cosmopolitan. In stagnant and flowing waters, on damp rocks, well-curbs, etc. but rather pelagic.) Many in collection XIII.
5. *Fragilaria virescens* Ralfs. (Frequent in mountain waters, springs, sometimes also in low-lands.) A fair number in collection 8.

6. *Fragilaria brevistriata* Grun. (Frequent on banks of lakes.) A few in collections 3 and II, many in 10.

Naviculaceae

7. *Navicula mutica* Kütz. *var. nivalis* Kütz. (In fresh waters, on damp rocks ; an epiphyte.) A few in collection 6.
8. *Amphora ovalis* Kütz. *var. pediculus* Kütz. (Frequently attached to large-sized Bacillariophyta or water plants.) A fair number in collection 9, many in VII and XII.
9. *Gomphonema angustatum* (Kütz.) Rabenh. (Cosmopolitan. In stagnant and flowing waters, on damp rocks, curbs of wells, etc.) (Very many) in collection III.
10. *Gomphonema bohemicum* Reichelt et Fricke. (In Tyrol, in the neighbourhood of Wiesenegg. Ecology not indicated.) Great masses in collection XII and XIV.

Nitzschiaceae

11. *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun. (In lakes, brooks, springs ; cosmopolitan.) Many in collection V.
12. *Nitzschia thermalis* Kütz. *var. minor* Hilse. (Frequent.) A fair number in collection 8.

CHLOROPHYTA

Chlorophyceae

Palmellaceae

1. *Gloeococcus schroeterii* (Chodat.) Lemm. (Very frequent in planktons, katharobe.) Many in collections 1, 3, 10, V.

Tetrasporaceae

2. ***Tetraspora tarnayana nov. spec.*** Mucous colony of irregular shape, bright or dark green. Diameter of cells 13 to 15 μ. The two flagella 10 to 12 times the cell diameter. More than half of the flagella hanging out of the gelatinous capsule. It differs from *T. gelatinosa* (Vauch.) Desv. sp. in the size of the cells and in the marked protrusion of the flagella from the capsule. It differs from *T. limnetica* W. et G. S. West sp. in colour and size of the cells. A fair number in collection 10, less in 6 (Fig. 2).

   Colonia mucosa irregulariter formata, laete vel obscure viridis. Cellulae 13—15 diametientes. Flagella mucosa duo adsunt, longitudine latitudinem cellulae 10—12× superantia. Pars major flagellorum e capsula mucosa exstans. A *T. gelatinosa* (Vauch.) Desv. in magnitudine cellularum et flagellis capsula valde exsertis, a *T. limnetica* W. et G. S. West in colore et dimensione differt.

Chlorococcaceae

3. *Chlorococcum infusionum* (Schrank) Menegh. (Frequently in stagnant waters attached to plants ; occurs also on humid soils.) A few in collection 3, more in XIII.

Chlorellaceae

4. *Chlorella simplex* (Artari) Migula. (Basel. No ecological details available.) A fair number in collection 9.
5. *Chlorella miniata* (Näg.) Oltmanns. (Frequent on walls and flower pots.) Very many in nearly all collections.

Oocystaceae

6. *Oocystis pusilla* Hansg. (On damp rocks.) Many in collections 10, IV and XI.

Coelastraceae

7. *Sorarstrum simplex* Willeä According to Wille (in LEMMERMANN, BRUNNTHALER, PASCHER : Die Süsswasserflora . . . 1915, p. 200) coenobia round and consisting of 7 cells, which have the shape of elongated eggs ending in 3 μ long spinules. Seen from their apical side

they are round. Inclusive of spinules, cells 12 μ long and 13 μ wide. (Novaia Zemlia) (Fig. 11). The colonies found in the cave at Aggtelek greatly resemble Wille's drawing (Fig. 12), the only difference being their size and the absence of spinules in our specimens. Diameter of the colony 20 μ, that of the individual cells 6 to 7 μ. Several colonies were found in collection 4.

Protococcaceae

8. *Protococcus anulatus* Pasch. (Found only in elevated regions.) It was present in all collections except 8 and 10, and in a very great number in 2.

Ulotrichaceae

9. *Hormidium flaccidum* A. Br. *forma typica* Heering. (Occurring in the most diverse habitats: on ice, in stagnant and flowing waters, humid soils, on the bark of trees.) Many in collections 2 and I, less in 3 and 4.
10. *Stichococcus bacillaris* Näg. *forma minor* Näg. (Everywhere.) Many in collections 2 and I, less in X and XIII.

Chaetophoraceae

11. *Chaetophora elegans* (Roth) Ag. (Widely distributed in stagnant and flowing waters, attached, to water plants, shells and stones, or freely swimming.) Two thick bundles were encountered in collection III.

Cladophoraceae

12. *Rhizoclonium hieroglyphicum* (Ag.) Kützing. (Occurs both in fresh and seawater.) A single bundle developed in collection 1, several bundles were found in I and V.

Ecology

On examining the algal material collected from the cave of Aggtelek a number of questions arises :

1. How do the specified algal species come to be in the cave?
2. How are they able to live there?
3. How can there the presence of arctic and antarctic species be explained?

Several theories are possible in connection with the first question.

1. The algae are being carried into the cave by the streams that flow through them. This assumption fails to explain the presence in the cave of the species that were found in scrapings taken from elevated points on the walls, and from the roof of the cave, to which the water of the streams now never rises. The cave being itself the product of water erosion it is conceivable that some algal colonies have subsisted for millions of years in a more or less unchanged condition on the spot of their original settlement. To this point we propose to revert later in this paper.

2. Individual algal cells are being carried into the cave by currents of air. Satisfactory as this assumption at first appears, it is vulnerable from two points of view. First, although the entire cave is pervaded by strong air cur-

rents, the great number of breaks makes it impossible for the cells or spores to travel further than 20 to 30 m. from the entrance without striking against and becoming attached to some wall. Secondly, owing to the 100% relative humidity of the atmosphere in it, cells swept into the cave will, like dust particles, form nuclei of condensation and precipitate in the very foreground of the cave. Incidentally, this phenomenon accounts for the purity and almost complete sterility of the air within the cave.

3. The algal organisms are deposited on the higher spots on the walls by animals to which they attach, e. g. by bats. This, however, is inconsistent with the fact that whereas bats are known to dwell exclusively in certain definite parts of the cave system, algae have been collected from the walls of other parts. By another hypothesis, algae are spread in the cave by animals of lower orders, such as arthropoda, insects, etc. While this would well explain the distribution of the different algae within the cave, it still leaves open the question as to how they get into the cave at all, since the host animals never leave the cave and mostly occupy its more remote parts.

4. The cells are carried into the cave by the water that seeps into it from above and appears in the form of droplets at the point of stalactites. This assumption is untenable because before reaching the cave the water penetrates several thick layers of rock which act as ultrafilters and free it of all even microscopic impurities. Prof. MÁGÓCSY-DIETZ claims to have seen algal cells in water drops at the point of stalactites but this is no proof of the cells having reached the cave with the seeping water (DUDICH, p. 66).

All our theories having failed, there seems to be no definite answer to the first of our questions unless we assume that the algae have existed in the cave ever since its formation.

As regards the second question, it is known that the algae (except saprophytes and a few parasites) require a certain moisture, heat and light to subsist. While the first two of these requirements are satisfied in the cave, the third factor, i. e. light, is absent. It was shown by MORTON (p. 6) that as little as a 2500th part of normal sunlight intensity sufficed for certain *Cyanophytae* to exist, and so it is conceivable that the light shed by the lamps of visitors, or the guards making their daily rounds, is sufficient for the algal organisms in the cave to complete their assimilative processes. Comparisons with the light requirements of deep-sea algae may help to clear up this point.

It was observed by FELDMANN in 1937 (SMITH, p. 315) that certain green algae are able to live in depths (200 m) to which practically no light can penetrate. It was found by members of the deep-sea exploring expedition «Albatros» (Biebl, p. 37) that even the comparatively very short waves (310 mμ) of ultraviolet rays are completely absorbed before reaching such depths. Experiments prove that, beyond a depth of 20 m, every meter absorbs 90% of the residual radiation. Although rays with a still shorter wave length (about

200 mμ) penetrate somewhat deeper, they are no longer capable of producing biological effects. Lately it has been discovered that the reason why there are no algae in the lower regions of the oceans is not the absence of light but deficiency in nitrogen. The problem of assimilation in deep-sea algae is still far from being solved.

Soil algae may furnish another basis for comparison. In 1919 MOORE and CARTER found certain *Cyanophyta* 1 m. below the surface of the soil. D. FEHÉR, the recently deceased eminent academician, undertook detailed and precise investigations in this respect (Soil Biology, p. 325). He says: «When placed under the microscope, all our soil samples brought up from considerable depths unfailingly revealed the presence of intact algae which had retained the green colour of their chlorophyll even in depths over 1 m. In 1935 we started experiments that stretched over a number of years. Flourishing algal cultures, grown in light, were placed in suitable vessels and buried in depths of 1 to 1,5 m. On unearthing and re-examining them after 1 to 2 years, it was found that in spite of having been cut off from any source of light in the soil these microorganisms retained their green colour, and that, accordingly, their chlorophyll remained unimpaired». Summing up the result of his investigations performed during many decades, Prof. FEHÉR reaches the following conclusion (I, p. 696—698): «Our results do not allow us to put forward the transition to a heterotrophic mode of life as the sole explanation for the problem of nutrition and assimilation in algal organisms that live in darkness and are able to conserve their green chlorophyll». Prof. FEHÉR failed to achieve an increase in the weight of his algal cultures and, because of methodological difficulties, to attain precision in his assimilation experiments. Nevertheless, he regarded intact retention of the chloropasts as not quite perfect yet sufficient proof of continued algal life. Our own studies in this respect will be reported later.

Since the end of the last century various views have been developed on how some algal species can tolerate the total absence of light. MAHEU (1860)* believed that even the very little light emitted by phosphorescent fungi was sufficient to be utilized by algae. To this it must be observed that algae have been found in many caves where there were no luminous fungi. MORTON (p. 4—6) attributed an assimilatory effect to such infinitesimal light as is imperceptible not only to the human eye but even to the most sensitive instruments of today. If we use the word «light» in its physically accepted wider sense, there may be some truth in this hypothesis; it is therefore to be regretted that MORTON omitted to state to which range of the electromagnetic waves he referred when using the term «light» (gamma, ultraviolet, infrared rays, radio waves).

* See Morton p. 2.

SMITH (p. 315) refers to the long-known phenomenon that in want of light some of the *Cyanophyta* change over to heterotrophic nutrition, provided there is suitable organic matter or abundant anorganic nitrogen at their disposal. They even retain their colour, whereas Chlorophyta loose it in darkness to regain it when coming to light again. It is repeatedly emphasized in Prof. FEHÉR's work that he only supplied his cultures with anorganic nutrition, and so the possibility of an adoption of a heterotrophic mode of life was from the outset out of question.

In MAGDEBURG's view, substantiated by observations made in Swiss caves, Chlorophyta too retain their colour in darkness, even if they adopt there a saprophytic mode of nutrition. At the same time, he points out sharply how highly improbable it is that the existing chloroplasts should live forth in the cells as functionless rudiments. In setting up his new theory he gives, however, no answer to the question of the real part played by the chloroplasts. In his conception, some of the *Cyanophyta*, or *Chlorophyta*, and the autotrophic iron bacteria that are «never lacking» in caves enter into a state of symbiosis. Equally interesting are MAGDEBURG's attempts to explain the life processes of a stalactite-forming blue alga, the *Hapalosyphon intricatus*, which was first described by him out of caves. He found, this alga lived in the interior of small stalactites comparatively near the entrance and so still received some light; it secreted a considerable amount of calcium and therefore played an important role in the formation of stalactites but, by doing so, it cut itself off from the light. In a section made from a stalactite of this kind, MAGDEBURG observed regular algologic zonation: in the outer part and covered with but a thin layer of calcium there were colonies of *Chroococcus*, *Dactylococcopsis*, which in his view supplied nutriment to the *Hapalosyphon* species occupying the dark interior of the stalactite. He substantiated his opinion by the observations of CHOLODNY who, too, described phenomena believed to be symbiosis of iron bacteria and *Cyanophyta* and of different kinds of *Cyanophyta*, respectively. A number of objections can be made to MAGDEBURG's theory, viz.:

1. Iron bacteria do not live in great masses in all caves, nor do they in the Baradla cave. It is quite possible that they do occur in certain periods and in certain places but not more than three specimens were found during our collections, and these at places from where we were unable to obtain algal cells in cultures.

2. Not only some primitive blue algae but also *Chlorophyta* were found to exist in the entire area where we collected, and it is hardly concievable that these cells attached to stalactites or walls should all subsist on organic matter. Even MAGDEBURG makes no mention of a state of symbiosis between iron bacteria and *Chlorophyta*, or between *Cyanophyta* and *Chlorophyta*.

3. Experiments to be described below have proved that in the present case there can be no question of any symbiosis either of *Cyanophyta* inter se, or of these and iron bacteria.

4. Using MAGDEBURG's method, we found *Hapalosyphon intricatus* in nearly every one of our collections, also in collections made at a distance of approximately 600 m. from the entrance, in complete darkness. At the same time, we saw no traces of any algal zonation in the cross section of the minute stalactites. This precludes symbiosis of this species and *Chroococcus* or other *Cyanophyta*. MAGDEBURG probably mistook some alga cells attached to the surface of a stalactite for the symbiont of the *Hapalosyphon*.

All hypotheses attempting to solve the problem by attaching special significance to ultraviolet and infrared radiation, or gamma rays emitted by the soil, yielding equally unsatisfactory results, one is bound to say that none of the theories gives a reliable explanation of the active algal life in the cave. It needs to be pointed out that, with the exception of a few isolated cases, the algae in the cave do not appear in an akinetic state as assumed by some but show definite signs of active existence that can be substantiated by the following facts.

a) Microscopical examinations started on the day following that of the collection (especially the second) permitted of the determination of several algal cells and filaments in an unimpaired and assimilatively active condition. It would be practically impossible to demonstrate without cultures all the species described from the cave : it occured, for instance, that one of the cultures, grown from a particular collection, turned out to be a monoculture, probably because only a single cell, or at most a colony composed of but a few cells had found its way into the vessel. The suspicion may of course arise that the collected material became contaminated : this possibility appears to be excluded by the above-described absolute sterility of the air in the cave as also by our use of sterile implements in collecting. Nor does it seem probable that the *Protococcus anulatus* (grown in the said monoculture), a rather rare alpine species, got into the vessel with the air of the room when the vessel was filled with sterile culture medium in the Institute ; this would have been the sole opportunity, as the vessel was opened on no other occasion.

b) The presence of the species *Hapalosyphon intricatus* offers a clear evidence of an active mode of life, as in this species secretion of calcium and assimilation are closely correlated processes. Even MAGDEBURG is convinced that this is not a case of a passive «embedding in stalactite».

c) Poweful and apparently very virulent filaments of *Chantransiae*, covering a surface of several square decimeters and reaching a height of 10 cm. were found in the cave at Abaliget, and there is no reason why one should not suppose similar vitality in existence at Aggtelek.

d) FEHÉR failed to demonstrate an increase in the weight of his buried alga cultures, nor was he successful in performing measurements of assimilation, so that it was in an indirect way, from the unimpaired subsistence of the chromoplasts, that he inferred the existence of a flourishing life activity in his algae. We used the following method : test material collected in the cave was cultured in light, and the flourishing cultures were then taken back to the cave. There sterile Petri dishes were filled with water taken from the cave streams, then inoculated with our cultures by placing into the dishes tiny particles of stalactite or fragments of the wall «green with algae». As the water of the streams contains but a minimum of organic matter, this procedure precluded the possibility of a heterotrophic mode of nutrition. Nor was symbiosis with iron bacteria possible, since our cultures were devoid of such bacteria. By placing our glass boxes at a distance of about 600 m. from the entrance of the cave, it was made impossible that any one *Cyanophyta* that may still have received some little light should become the symbiont of the other, for there reigned the same utter darkness in this part of the cave. The glass boxes were deposited at approximately 1½ to 2½ meters above the floor, in more or less closed wall recesses, partly in order to put them beyond even the highest level of possible floods, and partly to protect them from the possible effect of the light shed by the lamps of visitors or those of the guards making their daily rounds.

It merits mentioning that we also succeeded in collecting algae from the «Peace Cave», a part of the system which is visited but rarely ; the material in question is now being worked up. This fact apparently disproves two assumptions : (i) that it is the lamp of visitors which supplies the light required for the process of assimilation ; and (ii) that the algae are carried into the cave on the boots of the visitors. We collected algae by «climbing» parts of the Peace Cave where no man had trodden before us.

The dishes left in the cave were examined after 6 months and found to be teeming with algae that floated on the surface of the water in the shape of thick membranes, or had climbed up the sides of the dishes covering even their lids. Altough we too refrained from measuring weights, yet we believe the facts just described sufficiently prove the active metabolism of these algae. The vitality of some of them is well illustrated by the following example. When first examined, none of our collections appeared to contain *Lyngbya martensiana*. Yet, on re-determining the contents of our dishes after 6 months of exposure in the cave we were surprised to find a great number of these algae in one of them. It must be supposed that either there was such a small number in the collection at the first inspection that it escaped attention or, else, our cultures were contaminated by the water of the cave stream. In any case, the algae must have been in our material in very small numbers at the outset, and have yet grown to a considerable colony by the time of the second inspection.

The following list shows the specific composition of the cultures taken back into the cave and re-determined after an exposure of 6 months.

It is known that chlorophyllous plants need radiant energy to perform assimilation. Visible light is generally regarded as the princial and almost

Species	No. of dish			After 6 months
	I.	II.	III.	
Cyanophyta				
Synechococcus elongatus			+	+
Plectonema puteale			+	
Nostoc punctiforme	+			
Spirulina laxa	+			+
Pseudanabena tenuis			+	+
Oscillatoria tenuis		+		+
Oscillatoria neglecta		+		
Oscillatoria limnetica			+	+
Oscillatoria geminata	+			+
Oscillatoria agardhii			+	+
Phormidium foveolarum	+			+
Phormidium henningsii			+	
Phormidium dimorphum		+		+
Lyngbya digueti			+	+
Lyngbya martensiana			+	+
Schizothrix fragilis		+		
Schizothrix cyanea		+	+	+
Chrysophyta				
Ophiocythium parvulum		+		+
Ochromonas ovalis	+			+
Fragilaria virescens		+		
Navicula mutica var. nivalis		+		+
Nitzschia thermalis		+		+
Gloeococcus schröteri	+		+	+
Chlorophyta				
Tetraspora tarnayana	+			
Chlorococcum infusionum	+	+		+
Chlorella miniata		+	+	+
Oocystis pusilla	+			
Protococcus anulatus		+	+	+
Hormidium flaccidum		+	+	+
Stichococcus bacillaris f. minor			+	
Rhizoclonium hieroglyphicum			+	+

the only source of such energy. Biebl observed that certain pelagic algae absorb considerable amounts of ultraviolet rays ($\lambda = 200$ to 400 mμ); these rays can, however, play no part in the assimilatory process of cave algae since — as has been demonstrated by FEHÉR, FRANK, SZELÉNYI and SCHEITZ (FEHÉR 1953. p. 205) — they are stopped even by quite thin layers of soil. X-rays of still shorter wave lengths generally exert a bactericide, destructive or growth-inhibiting effect, although they have no practical importance in soil biology, as was stated by FEHÉR (1953. p. 209). Investigations into the effect of infrared rays on soil algae proved that, while these rays may somewhat heat up the surface of the soil, they exert no assimilative action, and it is sure that this applies to cave algae as well. As regards MORTON's abovementioned theory about the invisible rays, only the long radio waves and the various very short gamma waves have still to be considered. As radio waves exercise no physiological effect, there is no need to speak of them. There remain the gamma rays, and it was to be seen whether there existed in the Aggtelek cave a gamma radiation strong enough to be utilized by the algae for assimilatory purposes. Such supposition was justified by the fact that, in the thirties, STOKLASA and PENKOVA (p. 413) observed certain algae which while kept in radium light, multiplied and increased in weight.

To settle the problem, the Institute of Botanical Taxonomy organized, on December 12, 1954, a third trip to Aggtelek under the guidance of Miss P. PALIK which was joined by Z. TÁRCZY-HORNOCH of the Technical University who equipped himself with GEIGER-MÜLLER counting tubes taken from the Central Physical Research Institute. Our gratitude is due to Prof. K. SIMONYI, director of the Departement of Atomic Physics of that Institute, for having facilitated these investigations by his valuable advices and by lending the necessary instruments.

The measurements gave negative results in as much as it was found that, far from reaching even the mean value of the gamma radiation in Budapest, the intensity of the gamma rays was not more than one fifth of that value in some places of the cave. (The appendix contains a detailed report on the local distribution of the radioactivity and the method of assessment.)

We are now again faced with two moot questions:

1. Is the slight emission of gamma rays found in the cave and due probably to cosmic radiation, sufficient for the assimilation of algae, or in other words are the alga cells able to take up at all the existing quanta which are few in number but large in size?

2. If it is not from this minimal but still demonstrable radiation that the algae take up the energy required for their assimilative function, what do they utilize for this purpose?

Because of technical difficulties, it is for the time being impossible for us to decide the first problem.

The method that will at one time have to be employed is briefly this : the cultures must be placed in rayproof cases of lead with walls of 15 to 20 cm thickness. A stoppage in their growth or their death would prove that the slight radiation existing in the cave, as measured by us, suffices for the algae there to assimilate CO_2. Increasing doses of radioactive substances, emitting known quantities of radiant energy, will then have to be added to the cultures in the cases, in order to ascertain the minimum amount of radiation required for a continued metabolistic activity of the algae. Even after that the problem of how the cells are able to take up rays of such a high energy and, consequently, of such a high power of penetration, and to utilize them for assimilative purposes, will remain unsolved. STOKLASA and PENKOVA did not deal with this question.

It is known that gamma rays are stopped only by heavy metals and their salts, and it is also known that these metals have a toxic effect on plasma colloids : proteins are precipitated while complex is formed. The question has been evaded by the introduction of the concept of «hits». GLOCKER defines «hit» in the following manner (FEHÉR 1953. p. 207 — the original work was, unfortunately, not available) : „«hit» means the penetration of a photo- or Compton-electron through the «ray sensitive» mass of the cell or bacterium, and its ionizing action therein."

Recent researches have shown this «ray-sensitive» space to be but a small fraction of the entire mass of the bacterial body. GLOCKER (1949) found that the «ray-sensitive» space of a bacterium of medium size consists of about 250 spherules with diameters hardly exceeding 12 mμ or 120 Å. A single quantum if it hits this comparatively small area may destroy it, while all other quanta of the ray will pass ineffective.

PIETSCHMANN (p. 128) made similar experiment on green algae, and found that doses of 100 to 200 roentgen were lethal to *Chlorella*, although they were but one twentieth part of the resistance as measured in *Escherichia coli* units. We have thus succeeded in getting round the problem by introducing the concept of the ray-sensitive space but only at the price of having raised another problem : if *Chlorella* and other green algae are so sensitive to radiation, how was it possible that, far from being killed, the cells exposed to direct radium energy in STOKLASA and PENKOVA's experiments were able to multiply? Although it was demonstrated in PIETSCHMANN's later experiments that some algal cells survived even radiations of 10 000 roentgen that lasted from 5 to 10 minutes, the said contradiction does not seem to be fully explained.

In any case, the experiments of STOKLASA and PENKOVA seem to confirm that radioactivity is being utilized by algae, if they stood it at all ; it remains nevertheless an open question whether it is this source which is used by the algae or rather some other as yet unknown kind of energy. This leads

us to the other problem : if algae are able to exist in «absolutely rayproof space» where does the energy they utilize come from? The only explanation which offers itself is Prof. FEHÉR's theory to the effect that every substance emits rays of very short wave lengths and a great power of penetration of which, so far, only their supersensitive biological detectors are known.

It has been known since the nineties of the last century that a certain radiation is emitted also by inactive, i. e. non-radioactive, metals. ELFVING (1890) discovered this effect on *Phycomyces nitens ;* the problem was treated, later by THIELE and WOLF (1899), LUGER and SPÄT (1920), RIED (1931) LAGRANGE and BOUCHER (1932) ; RIVERA and his collaborators studied the question on plants of higher orders in 1935—39 ; having experimented in the Leningrad Roentgen Institute since 1933, NADSON and STERN succeeded in arranging the ray-emitting metals in a progressive series.* Yet, only Prof. FEHÉR and his collaborators (from 1938 to our days) have been able to demonstrate the existence of strict quantitative relations between the mass of the radiating substance on the one side and the biological effect of the radiated energy, further its absorption by heavy metals, on the other side. By a stroke of genius this prominent worker generalized his experimental findings and extended his studies on the phenomenon to the non-metallic substances, and thereby started a series of new and fertile investigations in nuclear physics concerning the structure of matter. No satisfactory physical interpretation of the phenomenon has yet been found but there is no doubt as to its existence, and it has been pointed out by HOLLERBACH, the eminent Soviet scholar, (1953, p. 108) that FEHÉR's biophysical conception is in perfect harmony with the quantum theory of today.

It will be seen from the above that we are not yet in a position to give a satisfactory answer to the second question either ; it is to be hoped that a solution will be found within the next few years.

As regards our third problem, that is, how the presence of arctic and antarctic algae in the cave can be explained, we must be content with more assumptions. If we attempt to draw a parallel between the cryobiont organisms and the species enumerated below we shall find only three species, i. e. *Hormidium flaccidum* and *Stichococcus bacillaris f. minor* that play a constant part in the formation of coloured snows. The two latter are cosmopolitan ; although *Phormidium frigidum* too has been found in the Soviet Union, its habitat is not reliably stated. So a comparison with cryobiont organisms does not help us in solving the problem. It is probable that in the present case we have to do with glacial relics ; these settled in the cave when it was formed, and habituating themselves to the cave's constant temperature of about 10° C, they found there a refuge from the rising temperatures of the interglacial

* (See Fehér, 1953. p. 253.)

epochs. These warm epochs killed the glacial hardy algae not only in the neighbourhood of the Baradla cave but in all lower regions throughout Europe, and only those few species managed to survive the intervening higher temperatures which took shelter in the caves or high mountains.

The following list gives the alpine arctic and antarctic algal species, indicating the mean annual temperature of their habitat. The forms marked with asterisk are ubiquitous to which the above arguments do not fully apply.

Name of species	Occurrence		Annual mean temperature °C
*Plectonema puteale** ...	Alaska	Southeast	5,6—6,4
		Region of the River Yukon	—3,5——5,1
*Spirulina laxa**	Wisconsin	Lake shore	4,5
		Plateau	7,3
*Oscillatoria chlorina**	Antarctica		
Phormidium frigidium	Antarctica		
	High Tatra	Árvaváralja 501 m	6,2
		Kőrösmező 652 m	6,0
	European high mountains (500—1200 m)	Engelberg 1018 m	5,2
		St. Beatenberg 1148 m	6,0
Phormidium pristleyi ..	Antarctica	50° of latitude	5,8
		55° « «	1,3
		60° « «	—3,4
		65° « «	—8,2
		70° « «	—13,6
		75° « «	—20,2
Lyngbya erebi	Antarctica	as above	
Protococcus anulatus ..	Central European high mountains	see *Phormidium frigidum*	
Sorastrum simplex ? ..	Novaya Zemlya	Markowo 64° of lat.	—9,1
		Kola peninsula 68°	—0,7
		Narwik 68° of lat.	—1,7
		Sodankylä 67° of lat.	+0,6
*Hormidium flaccidum**	Central European high mountains	see *Phormidium frigidum*	
Stichococcus bacillaris f. minor	Antarctica	see *Phormidium pristleyi*	

Our work is far from being completed, the problems are manifold, and their solutions require further prolonged but very intriguing research work.

Our acknowledgement is due to Miss. P. PALIK who, besides drawing our attention to the problems in question, spared neither efforts nor pains to lend her assistance throughout our investigations ; we are also indebted to Prof. R. SOÓ, who supported our efforts during the whole of the two years not only by his valuable advices and his devotion to our problems but also

by having arranged the material aid required ; we must thank also Prof. E. DUDICH for giving us constant advice, making much of the pertinent literature available, and taking an active interest in our algological investigations.

APPENDIX

REPORT ON THE MEASUREMENTS OF RADIOACTIVE RADIATION IN THE STALACTITE CAVE OF AGGTELEK, PERFORMED BETWEEN DECEMBER 10 AND 12, 1954

By

Z. TÁRCZY-HORNOCH

Assistant at the Technical University, Budapest

In the course of the investigation the following instruments were used : A rate meter of type GK2 for β and γ-radiation built by the Central Research Institute for Physics, and a battery-operated counter equipped with a counter-tube of type NG 101, made by the Geophysical Institute.

The investigation was made mainly for the qualitative determination of the radioactive radiations in the cave. The time at our disposal, altogether 13 hours of working in the cave, could not have been sufficient for the accurate radioactive mapping of a cave system several kilometres long, even if the most elaborate instruments had been used. If that object is to be achieved, systematic and several times repeated sets of measurement will have to be made involving much longer periods of investigation.

After a preliminary deliberation on the above circumstances I decided to choose as the primary objective the study of those parts of the cave only, whose radiation promised to be the most interesting, and then, by way of compromise, to investigate there at as many points as possible contenting myself with a lesser accuracy. Assuming, namely, a constant radioactive source in a fixed position, the average relative error in a separate counting of n γ-photons is given by the Poisson formula

$$h_1 = \frac{\sqrt{n}}{n}$$

which means that for ensuring an accuracy of 3% roughly thousand impulses are to be counted.

From this point of view, it would seem that GM tubes with the greatest possible effective surface are desirable, for their use increases the number of impulses registered during a fixed time interval, which means increased accuracy. However, on taking into account the finite resolving power, τ, of the counter, we find that the greater the number of impulses in unit time, the

greater is the probability of two consecutive impulses being separated by a time shorter than τ and leading to faulty recording. In first approximation the average relative error due to this effect is given by

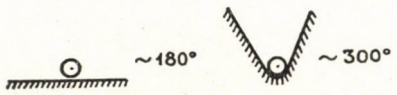
$$h_2 = \frac{\tau}{\bar{t}}$$

where τ is the resolving power mentioned above and t the *average* interval between two consecutive impulses. Contrary to the former one, this last effect recommends the use of GM tubes of smaller dimensions, by which it can be achieved that the error h_2 be small; and if the error h_1 is to be kept low at the same time, the duration of the observation must be considerably lengthened.

These considerations have led to the selection of the tube NG 101, the zero effect of which at Budapest, averaged from many measurements, amounts to 94 impulses per minute. The same tube covered by a lead shield 4 cm thick gives a zero effect of 37 counts/minute. Each observation was scheduled for 5 minutes. In this manner it was possible to keep the average error of the entire set of measurements in the neighbourhood of 15%, not once exceeding 20%. (It can easily be understood that reducing the error to only 13% by using a tube with a zero effect of one fourth the one used, would have claimed a duration of measurement five times as long, i. e. 25 minutes in each case, which was entirely out of question.)

It needs to be mentioned that other sources of errors may also have impaired the measurements, such as radioactive contaminations imported into the cave (e. g. AUER burners), variations in the battery voltage caused during several hours by the 100% relative humidity, leakage currents of the cable and leads caused by moisture, etc.

These possible sources of errors were constantly kept in mind and by performing control measurements, the evidently faulty data were immediately discarded. The attached table contains only data regarded as correct. It shows the date, time, and approximate site of each observation, followed by an indication of its peculiar circumstances. The measurements performed in air, stalactite, limestone, clay, and pebbly sediment are designated by the letters a, st, lst, cl, and ps, respectively. For all the measurements, expect for those performed in air, the position of the GM tube is also given [— horizontal, / vertical, / obliques] with an indication of the degree of covering of the tube by the material investigated, given by the angle of contact in a plane perpendicular to the tube axis.



Radioactive radiation measurements in the stalactite cave at Aggtelek

Serial No.	Date and time	Site where measurement was made	Peculiar circumstances of measurement	Impulses per 5 min.
1.	Dec. 10	Mountain lake hotel	a	487
2.	16^{40}	Entrance to cave	a	427
	17^{05}			
3.	17^{15}	First stairs: about 180 m	a	236
4.	17^{30}	About 460 m	a	277
5.	18^{00}	In the middle of Concert Hall	a	520
6.			a	537
7.			a	361
8.	18^{25}	At sign No. 36	a	364
9.			st. | 270°	178
10.			st. — 200°	243
11.			lst. — 180°	226
12.	19^{10}	At sign No. 30	a	410
13.			st. —180°	176
14.	19^{45}	On the way back: Concert Hall	a	410
15.			st.—180°	176
16.	22^{15}	Mountain lake hotel	a	419
17.	Dec. 11.			
	14^{00}	Cave hotel	a	352
18.			a	355
19.	14^{25}	Charnel house	a	140
20.			st. —200°	103
21.			st. | 300°	70
22.	14^{50}	After King's Well	st. | 300°	63
23.	15^{00}	Cathedral	a	189
24.	15^{15}	Concert Hall behind Aquarium	st. | 180°	244
25.		In the middle	a	191
26.			a	165
27.	15^{40}	Nádor street, the place of first glass box	st. | 270°	182
28.	15^{45}	In the place of second glass box	st. | 90°	183
29.	16^{05}	In the place of third glass box	st. | 270°	164
30.	16^{15}	Nádor memorial tablet	st. | 270°	112
31.	16^{25}	Bridge behind flood lock Sign No. M I 1926	ps. —270°	321
32.	16^{45}	Staggered dentation	ps. —180°	241
33.			st. | 270°	135
34.	17^{00}	20 m from cement ramp	cl. —180°	392
35.		1,5 m further	st. | 270°	263
36.		Farther from clay	st. —270°	67
37.		20 m, on clay again	cl. —180°	505
38.	17^{45}	Two ramps	a	222
39.		On the highest point	a	220
40.	18^{20}	Dining room	ps. —180°	327
41.			st. —180°	208
42.	19^{45}	Vöröstó exit	st. ps. 180°	327
43.			slt. ps. —180°	263
44.		Gangway	a	241
		*Control measurements**		
45.	14^{10}	Aggtelek cave Concert Hall on concrete	a	452
			—180°	466
47.	14^{20}	On the way out, about 460 m	cl. 180°	460
48.			1 st./180°	225
49.	15^{25}	Railway station	a	430
			a	470
		Mean in Budapest	lead —360°	185

* 1' measurement converted to 5' measurements.

This separate treatment of the observations performed in the air, resp. on the surface or in a hole of rock was necessary, because already the very first observations showed that the radiation of the cave atmosphere was rather inhomogeneous and the radiations measured in air were merely the resultants of those of the rocks around. The figures in the last column of the table give the intensity of the radiation expressed in the number of impulses counted in five minutes. In two rows at the foot of the table are given the numbers of impulses calculated to a five minute observation at Budapest, with (2) and without (a) lead shield.

The contents of the table can be summarized in the following statements :

1. No appreciable radioactivity can be observed in the stalactite cave of Aggtelek. In some places, e. g. in the Charnel House, the radiation is rather remarkably low and, within the experimental errors, is nowhere above the average of Budapest.

2. The radiation minima are invariably to be found in places where there is no sediment. The basic limestone and the stalactites and stalagmites were found to have zero activity, within the errors. On the other hand, the sediments, mainly the clay, showed everywhere slight γ-activity.

The question as to what amounts of radioactive materials did give rise to the observed activity and whether uranium, thorium or potassium emittes it, cannot be decided unless by lengthy and costly laboratory determinations.

In conclusion, it needs to be mentioned that nowhere in the cave was β-activity observable.

LITERATURE

BIEBL, R. : Ultraviolettabsorption der Meeresalgen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. (**45**. 2. 39—41. 1952.

BOROS, Á. : Die Vegetation d. Eishöhlen von Szilice u. Barka. Bot. Közl. **32**. 104—114. 1935.

CLAUS, GY. : Algologiai vizsgálatok a bükkszéki hévforrásban. (Algological studies of the thermal spring at Bükkszék. Under publication.)

DUDICH, E. : Biologie der Aggteleker Tropfsteinhöhle Baradla in Ungarn. 1—246. 1932. Wien.

FEHÉR, D. : Talajbiologia. (Soil Biology.) 139—150., 201—221., 261—317. 1954. Budapest.

FEHÉR, D. : Untersuchungen über d. biologische Wirkung d. kurz-welligen Strahlung, d. Elemente. Mitt. a. bot. Inst. d. ung. Univ. f. techn. u. wirtsch. Wiss. I.—XII. Mt. 1943—1950. Sopron.

FRITSCH, F. E. : The structure and reproduction of the algae. I. 1—791. 1935. II. 1—939. 1945. Cambridge.

GEITLER, L. : Cyanophyceae. Pascher's Süsswasserflora. H. **12**. 1—281. 1925. Jena.

GEITLER, L. : Cyanophyceae. Rabenhorst's Kryptogamenflora. Bd. **14**. 1—1196. 1932. Leipzig.

HEERING, W. : Chlorophyceae. Pascher's Süsswasserflora. H. **6**. 1—250. 1914. H. **7**. 1—103. 1921. Jena.

Голлербах, Косинская, Полянский : Определитель пресноводных водорослей СССР. Синезеленые водоросли. Вып. 2. 1—199. 1953. Москва.

Голлербах: Роль водорослей в почвенных процессах. Труды конф. по вопр. почв. Микробиол. 98 108. 1953. Москва.

HUSTEDT, F. : Bacillariophyta. Pascher's Süsswasserflora. H. **10**. 1—462. 1930. Jena.

HUSTEDT, F. : Kieselalgen. Rabenhorst's Kryptogamenflora. Bd. **7**. 1—920. 1930. Leipzig.

JAKUCS, L. : Az aggteleki cseppkőbarlang (Stalactite cave at Aggtelek). 1952. Budapest

KOL, E.: The Snow and Ice Algae of Alaska, Smithsonia Miscellaneous Coll. W. 101. Numb. **16.** 1—32. 1942. Washington.
KOL, E.: Vergleich d. Kryovegetation d. nördlichen u. südlichen Hemisphäre. Arch. f. Hydrobiol. Bd. **40.** 835—846. 1944. Jena.
KOL, E.: Vergleich d. Kryovegetation d. Alpen u. d. Karpaten. Verhandl. d. Internat. Vereing. f. theor. u. angew. Limnol. **10.** 243—246. 1949. Stuttgart.
KÖPPEN—GEIGER: Handbuch d. Klima. Ser. B. T. 4. U. 11.
LEMMERMANN, E.—BRUNTHALER, J.: Chlorophyceae. Pascher's Süsswasserflora H. **5.** 1—250. 1915. Jena.
MAGDEBURG, P.: Organogene Kalkkonkretionen in Höhlen. Sitzungsber. d. Nat. Ges. **59.** 14—26. 1929—1932. Leipzig.
MORTON, F.: Höhlenpflanzen. Speleologische Monogr. Herausgeg. v. Kyrle. Bd. **5.** 1—16. 1925. Wien.
PALIK, P.: Beiträge zur Kenntnis d. lithophyten Algenvegetation des Bükk-gebirges. Index Horti Bot. Univ. Budapestinensis. Bd. **3.** 143—150. 1938.
PASCHER, A.: Heterokontae. Pascher's Süsswasserflora. H. **31.** 1—250. 1925. Jena.
PASCHER, A.: Heterokonten. Rabenhorst's Kryptogamenflora Bd. **11.** 1—1092. 1939. Leipzig.
PIETSCHMANN, K.: Über d. Bestrahlung von Chlorella vulgaris mit Röntgen strahlen. Arch. Mikrobiol. **8.** 126—130. 1937.
SMITH, G. M.: Manual of Phycology. 1—376. 1951. New—York.
STOKLASA & PENKOVA: Biologie d. Radiums u. Uraniums. 598—612. 1932. Berlin.
TILDEN, J.: Minnesota Algae, 1—302. 1910. Minneapolis.

О ФЛОРЕ ВОДОРОСЛЕЙ ПЕЩЕРЫ БАРАДЛА В АГГТЕЛЕК

ДЬ. КЛАУС

Резюме

Изложены результаты альгологических и радиологических исследований, проведенных в пещере Барадла у с. Аггтелек в течение двух лет.

Было установлено, что в сталактитовой пещере Барадла — расположенной в северной части Венгрии на территории, известной под названием Торнаи Карст, длиной приблизительно в 22 км., со среднегодичной температурой в 10°С, и относительной влажностью воздуха в 80—100%, — произрастает значительная флора водорослей.

Сборы проводились следующим образом:

Исходя из входа № 1. на территории, распространяющейся до 500 м., были взяты со стен соскобы до высоты в 160 см. Кроме того проводился сбор планктона в ручейках пещеры и в аквариуме. Из полученного материала в стерильных чашках Петри на питательной среде, изготовленной раствором Кнопа, выводились водоросли, исследование которых дало следующие результаты.

44 вида, разновидности и формы относятся штамму *Cyanophyta* (синезеленые водоросли), 1 вид к штамму *Euglenophyta* и 12 видов и разновидностей к штамму *Chrysophyta* (точнее 1 вид к классу *Chrysophyceae* 1 вид к классу *Xanthophyceae*, и 10 видов и разновидностей к классу *Bacillariophyceae)* а остальные 12 видов и разновидностей — к классу *Chlorophyceae* штамма *Chlorophyta*. Из вышеприведенных видов новыми для науки являются следующие: *Tetrapedia reinschiana* Arch. f. *aggtelekiensis* **n. f.**, *Oscillatoria dudichiana* **n. sp.**, *Oscillatoria pseudoangusta Claus var. brevicellulata* **nov. var.**, *Lyngbya palikiana* **n. sp.** *Tetraspora tarnayana* **n. sp.** а многочисленные виды новые для Венгрии.

Из результатов исследований можно сделать следующие выводы:

I. Было установлено, что все гипотезы, выдвинутые относительно вопроса, каким образом водоросли попадают в пещеру, как например гипотеза, согласно которой клетки переносятся в пещеру воздушным потоком, водой или пещерными животными, неудовлетворительны. На основании нам ныне известных фактов нельзя выдвинуть гипотезу, удовлетворяющую все требования, разве только на основании предположения, что водоросли произрастают там уже со времени возникновения пещеры. Эта теория подтверждалась бы существованием в пещере следующих видов, известных ныне только в Арктике или же Антарктике: ***Oscillatoria chlorina, Phormidium pristleyi, Lyngbya erebi, Sorastrum simplex.***

II. Несмотря на полное отсутствие света водоросли ведут в пещере не латентную, а активную жизнь ; это доказывается :

1. видом ***Hapalosiphon intricatus***, выделяющим кальций в ходе ассимиляции, и тем обстоятельством, что в пещере обнаружены как этот вид, так и многочисленные конкреции извести ;

2. исследованием так называемых «черных покрытий» пещер, которые долго считались колониями железобактерий, или же сажой. Удалось выявить, что эти «черные покрытия» в значительной мере состоят из следуюших водорослей : ***Gloeocapsa punctata***, ***Phormidium foveolarum***, ***Ph. dimorphum***, ***Ph. Henningsii*** и ***Schizothrix cyanea*** ;

3. наконец, повторным исследованием возвращенных в пещеру культур. Выявилось, что виды, культивированные на свете, не погибали в темноте пещеры, а в значительной степени размножались.

Ввиду того, что проведенные в пещере радиологические исследования выявили наличие в пещере лишь минимального гамма-излучения (часто примерно одна треть надземного излучения), что в пещере вовсе нельзя выявить бета-излучения, далее, что при данных условиях нельзя рассматривать источником энергии для ассимиляции пещерных водорослей никакое излучение, относящееся к одной из известных до сих пор областей электромагнитных волн, — то остается открытым вопрос, какой же энергией пользуются эти, содержащие хлорофилл и живущие в темноте расстения для своей продукции. До окончательного выяснения этого вопроса следует принять известную теорию Д. Фехер о микроволновой радиации.

III. На основании присутствия арктических и антарктических видов можно предположить, что эти водоросли в качестве гляциальных реликтов сохранились в пещере при постоянной температуре воздуха в 10°C еще из ледникового периода, то есть со времени возникновения пещеры.

DIE GEWEBEENTWICKLUNG UND WURZELBILDUNG DES PLAGIOTROPEN SPROSSES VON COTINUS COGGYGRIA SCOP.

Von

JOLÁN GÖRGÉNYI-MÉSZÁROS

Botanisches Institut der Hochschule für Garten- und Weinbauwissenschaft

(Eingegangen am 3. IV. 1955)

Eine der am meisten Gerbstoff liefernden Pflanzen Ungarns ist *Cotinus coggygria* Scop., ein charakteristisches pontisch-mediterranisches Florenelement. Dementsprechend verträgt sie gut Hitze und Dürre und ist anspruchslos. Diese Eigenschaften machen sie zur Beforstung von kahlen, wirtschaftlich sonst nicht nutzbaren Gebieten geeignet. Im Gegensatz zu diesen guten Eigenschaften bedeutet es jedoch einen grossen Nachteil, dass sie sich vegetativ nur schwer vermehren lässt.

Während der Schwierigkeiten, die sich bei der Klärung dieser Frage ergaben, tauchte der Gedanke auf, die Ursachen dieser Schwierigkeiten auch anatomisch zu untersuchen. Mit diesem Ziele wurden im März 1953 histologische Untersuchungen angesetzt. Die Vorversuche erwiesen sich in jeder Hinsicht als interessant, so dass die Arbeit fortgesetzt wurde.

Einzelne auf der Bodenoberfläche liegende plagiotrope Sprosse des Busches werden von Laub und Humus zugedeckt und bilden nach einer gewissen Zeit Wurzeln und breiten sich ausläuferartig aus. Aus diesen verholzten Teilen wurde versucht, Stecklinge von 8 bis 10 cm Länge zu gewinnen. An den zur Vermehrung verwendeten holzigen Stecklingen beginnen die ruhenden Knospen auszuschlagen, wobei zwar die sich entwickelnden grünen Sprosse Wurzeln treiben, während der ursprüngliche Sprossstecklingnicht mehr imstande ist, neue Wurzeln auszubilden. Die zu lösende Aufgabe sollte nun darin bestehen, die Ursachen hierfür anatomisch klarzustellen. Zur Untersuchung der älteren Teile war es aber unbedingt notwendig, auch die Gewebeentwicklung der jüngeren Teile zu kennen.

Auf diese Weise lassen sich die im nachstehenden beschriebenen Untersuchungen in zwei Teile gliedern. Der erste Teil der Arbeiten war der Gewebeentwicklung des Sprosses von *Cotinus* gewidmet. Im Zusammenhang damit wurde untersucht, wie die Differenzierung der einzelnen Gewebe, hauptsächlich der Leitungsgewebe im Meristem des Sprossvegetationskegels vor sich geht, die laut der Feststellungen von SCHÜEPP (39) eine progressive Umwandlung ist. Im zweitenTeil der Arbeiten wurde die aus den holzigen Dauergeweben entstehende sprossbürtige Wurzelbildung untersucht, die vom Standpunkt der Gewebeentwicklung aus gesehen ein regressiver Prozess ist.

Hinsichtlich der Anatomie von *Cotinus coggygria* fanden sich in der Literatur folgende Angaben: die Werke von SOLEREDER (41) sowie neuestens von METCALFE und CHALK (29) fassen die auf die Familie der *Anacardiaceae* bezüglichen allgemeinen Kenntnisse zusammen. URSPRUNG (46) erwähnt die exzentrischen Jahresringe der Pflanze. TROLL (44) beschreibt die Morphologie der pleuroplastisch entstandenen Blätter. Über die Xylotomie der Pflanze unterrichtet eingehender eine Arbeit von GREGUSS (14).

Die Geweheentwicklung des Sprosses

Das Untersuchungsmaterial wurde von dem oberhalb der Ortschaft Balatonarács, in der Nähe des Plattensees (Balaton) gelengenen Berge Tamáshegy gesammelt, wo diese Pflanze im dortigen *Querceto-Cotinetum* in sehr grosser Zahl vorkommt. Auf Grund der Erfahrungen, die bei der lückenhaften Sammlung im Jahre 1953 gemacht wurden, wurde im Jahre 1954 bereits Ende Februar mit der Sammlung und Untersuchung der im scheinbaren Ruhezustand befindlichen Pflanze begonnen. Im weiteren wurden dass Austreiben und dann die Entwicklung des Sprosses aufmerksam verfolgt und das Untersuchungsmaterial in den aufeinanderfolgenden, charakteristischen Entwicklungsstadien gesammelt.

Auf dem Gebiete der histologischen Untersuchungen hat sich SCHMIDT (38) ausführlich mit dem Formenreichtum der Sprossvegetationskegel und ihrem Aufbau in seiner 1924 erschienenen Arbeit befasst. Es untersuchte hierbei ausschliesslich dikotyle Pflanzen mit dekussierten Blättern. Es bestätigt die bereits von ASKENASY erkannte Tatsache, dass im Sprossvegetationskegel im Laufe des Wachstums Änderungen in bezug auf Form und Grösse auftreten. Die Formänderungen in der Grösse bzw. Ausdehnung des Sprossvegetationskegels hängen mit der Blattinitiation zusammen und bewegen sich stets zwischen zwei Grenzwerten. SCHMIDT lehnt die Histogentheorie HANSTEINS ab und erkennt ausschliesslich die Berechtigung des Dermatogens an. Er untersucht das Urmeristen nur an sich und zieht dabei die späterauftretende anatomische Differenzierung nicht in Betracht. Er unterscheidet eine periphere Schicht von einer stets bestimmten Zahl von Zellreihen und eine zentrale Zellgruppe. Die äussere Schicht nennt er *Tunica*, das von diesem umschlossene Gewebe *Corpus*.

Die von SCHMIDT begonnenen Sprossvegetationskegel-Untersuchungen wurden von zahlreichen Forschern fortgesetzt. So untersuchte RÖSLER (32) den Sprossvegetationskegel von *Triticum vulgare*, während die Untersuchungen von FOSTER (8, 9, 10), die sich auf die Sprossvegetationskegel der *Cycadaceae* bezogen, unsere diesbezüglichen Kenntnisse bedeutend erweitern. KORODY (26) befasste sich mit den Sprossvegetationskegeln der Nadelhölzer. In seiner Arbeit unterschied er im Laufe der Entwicklung des Vegetationskegels verschiedene Entwicklungsstadien, so die Ruheperiode, den Zustand der Ausdehnung und das Stadium der Entstehung der Blattanlagen. GIFFORD (12) stellt bei den holzigen Ranalen fest, dass die am Sprossvegetationskegel beobachteten Veränderungen in Grösse, Form und Zonen die Ergebnisse der periodischen Aktivität sind. ROUFFA und GUNCKEL (31) führten unter den Tribus der Familie der Rosazeen vergleichende Untersuchungen durch, auf Grund derer sie die Ansicht äussern, dass die Ausbildung der ein- oder mehrschichtigen Tunica sowohl eine ontogenetische als auch eine phylogenetische Bedeutung innerhalb der Familie der Rosazeen haben kann. POPHAM und CHAN (30) schildern die Zonationen des Sprossvegetationskegels von *Chrysanthemum morifolium*.

In der vorliegenden Arbeit werden die Ausdrücke *Corpus* und *Tunica* im klassisch gewordenen Sinne der Arbeiten SCHMIDTs gebraucht. Unter Tunica wird jene oberflächliche Zellschicht verstanden, in der im Laufe der Teilung nur antiklinal gerichtete Zellwände entstehen, während unter dem Begriff von Corpus jener Gewebeteil zu verstehen ist, in dem die Bildung der Zellwände im Verhältnis zur Oberfläche sowohl in periklinaler als auch in antiklinaler Richtung erfolgen kann.

Es wurde nun untersucht, ob sich diese beiden Geweberegionen gut voneinander unterscheiden lassen und wie sich die verschiedene Funktionen versehenden Gewebesysteme im Laufe der Entwicklung aus diesen Geweberegionen ausbilden.

Hierbei wurden vor allem die Ergebnisse von HEGEDÜS (22) in Betracht gezogen. Dieser Verfasser stellt nämlich in der obenzitierten Arbeit fest, dass das Verhältnis zwischen Zelldurchmesser und Zellkerndurchmesser, die von ihm «zytokare Verhältniszahl» genannt wird, geeignet ist, die verschiedenen Meristeme im Sprossvegetationskegel voneinander zu unterscheiden, wobei sich auf dieser Grundlage auch die Differenzierungsrichtung der einzelnen Gewebe feststellen lässt. Seiner Auffassung nach geht die Tätigkeit des Urmeristems in akropetaler Richtung vor sich. Der weitere Differenzierungsprozess geht von der äusseren, d. i. abaxialen Seite der Blattanlage aus und schreitet dort nach oben zu, in lateraler und adaxialer Richtung fort, während er im Stengel nach innen, der Seite zu und nach unten weitergeht. Die Differenzierung der Rinde und des Leitungssystems geht von der Basis der Blattanlage aus. Die von HEGEDÜS untersuchte Pflanze *(Asarum europaeum)* weist eine $\frac{1}{2}$-Blattstellung auf, während *Cotinus* eine $\frac{3}{8}$-Stellung besitzt, was den Gang der Untersuchungen beträchtlich erschwert.

Der Vegetationskegel von *Cotinus* wurde sowohl in der Ruheperiode als auch in der Zeit der aktiven Sprossbildung an Hand zahlreicher Quer- und Längsschnitte untersucht. Das frisch gesammelte Material wurde in BOUIN-ALLEN-Lösung fixiert, in Paraffin eingebettet und zum Teil mit Toluidinblau und zum Teil mit Hämatoxylin-Vesuvin gefärbt.

Der Sprossvegetationskegel von *Cotinus* ist im Längsschnitt flach und etwas konvex. Das Urmeristem ragt halbkugelartig in den Vegetationskegel hinein, wo Corpus und Tunica in jedem Abschnitt der Vegetationsperiode sowie auch in der Ruhezeit gut erkennbar sind. Die Breite des Sprossvegetationskegels schwankt während der Vegetationszeit durchschnittlich zwischen 60—70 μ. Zur Zeit des kräftigsten Wachstums, im Mai, erreicht er sogar eine Breite von 80 μ.

Die sich in antiklinalen Wänden teilende Tunica besteht in jedem Entwicklungsstadium, also sowohl in der Vegetations- als auch in der Ruheperiode aus einer einzelligen Schicht. Ihre Zellen haben die Form von flachen Rechtecken. Die oberen mittleren Tunica-Zellen des Sprosses färben sich weniger gut als die seitlichen. In diesen seitlichen Zellen ist auch der Zellkern grösser und die Intensität der Teilung auffallender als im zentralen Teil. In der Höhe der sich stärker färbenden Tunica-Schicht erscheinen schon die ersten Blattanlagen. Die Tunica nimmt nur an der Ausbildung der Epidermis von Stengel und Blatt teil.

Im Zentrum des Sprossvegetationskegels befindet sich unter der Tunica eine Gruppe von Zellen, die den Ausgangspunkt, das Zentrum der Teilung der unterhalb der Tunica gelegenen Gewebe darstellt. Das Ergebnis der ständigen Teilung dieser Zellgruppe ist die Vermehrung einzelner Geweberegionen des Sprossvegetationskegels. In dieser Zellgruppe sind die Zellkerne klein, färben sich im allgemeinen schwach, doch zeigen sich im Grad der Färbung während der Vegetationsperiode dennoch gewisse Unterschiede. Die Intensität ihrer Teilung und das Ausmass ihrer Färbbarkeit erhöht sich allmählich vom Austreiben bis zur Ausbildung des bereits fast seine endgültige Grösse erreichenden Sprosses, um dann stark abzunehmen und am Ende der Vegetationsperiode kaum mehr wahrnehmbar zu sein.

Aus der zentralen Scheitelzellgruppe bilden sich in der Achse des Sprosses die Zellen des markbildenden Teiles des Grundmeristems aus. Zwischen der

Zellschicht der Tunica und diesem Grundmeristem sondert sich eine zweischichtige Zellgruppe ab. Die Zellen dieser zwei Zellschichten teilen sich ein-bis zweimal antiklinal, dann periklinal weiter. Verfolgt man die weitere Differenzierung dieser beiden Schichten, so wird man gut wahrnehmen, dass sich aus der äusseren Schicht die Zellen der Rinde abtrennen. Diese Zellen teilen sich im Laufe der weiteren Entwicklung sowohl anti- als auch periklinal. Die Initiation des Blattes geht von dieser Zellschicht aus. Ihre Zellen färben sich in der Höhe der ersten Blattanlagen noch stark und teilen sich schnell. Ihre Teilungsintensität und gleichzeitig damit ihre Färbbarkeit nehmen in den tieferen Schichten rasch ab.

Als Ergebnis der Teilung der darunter gelegenen Zellschicht entsteht ein Meristemring, in dem längliche, sich nur periklinal teilende Prokambiumzellen zu sehen sind. In den Prokambiumzellen befinden sich sehr grosse, die Zellen fast ganz ausfüllende Zellkerne. Im ganzen Vegetationskegel ist dies jener Teil, der sich am stärksten färbt. Auch die Teilung ist hier am intensivsten, wobei die Prokambiumzellen diese kräftige Teilung auch in den tieferen Schichten beibehalten.

Im obenerwähnten Teil des Grundmeristems geht die Teilung in allen Richtungen vor sich. Die sich abtrennenden Zellen sind gross, sie wachsen sehr rasch, färben sich schwach, bilden bald Vakuolen und wandeln sich sehr früh zu Dauergewebe um.

Vergleicht man den im Ruhezustand befindlichen Sprossvegetationskegel mit dem im aktiven, im Entwicklungszustand befindlichen, so kann zwischen den beiden ein sehr wesentlicher Unterschied festgestellt werden. Im Ruhezustand kann man zwar in der Knospe die zwei Gewebsregionen, nämlich Corpus und Tunica, unterscheiden, doch konnte eine Teilungsrichtung bloss in der Tunica beobachtet werden, im Corpus dagegen nicht. Die Zellen der Tunica sind in der Ruheperiode grösser als in der Vegetationszeit, weisen die gleichen Masse auf und färben sich gleichmässig. Im Corpus erfolgen hingegen keine Teilungen, so dass die Zellen dieser Gewebsregion keinerlei Unterschiede zeigen. Die Form der Corpus-Zellen ist mehr oder weniger gleichförmig, ihr Plasma färbt sich gleich stark, ihre Zellkerne sind kaum erkennbar. Das Corpus erweckt in diesem Zustand den Eindruck einer homogenen Gewebsregion.

Der flache Vegetationskegel des vegetativen Sprosses nimmt grösstenteils an der Blattbildung teil. Die $^3/_8$-Blattstellung lässt sich am Vegetationskegel oft nicht mit Bestimmtheit erkennen, weil die breiten Blattbasen im Laufe ihrer Entwicklung im Vergleich zur Längsachse eine gewisse Drehung ausführen. Auf dem Vegetationskegel folgen die Blattanlagen sehr dicht aufeinander, während die beiden Enden der sich verbreiternden Blattbasen am Stengel hinablaufen.

Das Ziel der Querschnittsuntersuchungen bestand darin, die Ausbildung der Prokambiumbündel und ihre Entwicklungsrichtung im Stengel zu erforschen.

Die Form des Vegetationskegels ist im Querschnitt eben wegen der dichten Blattstellung sehr unterschiedlich, unregelmässig, polygon.

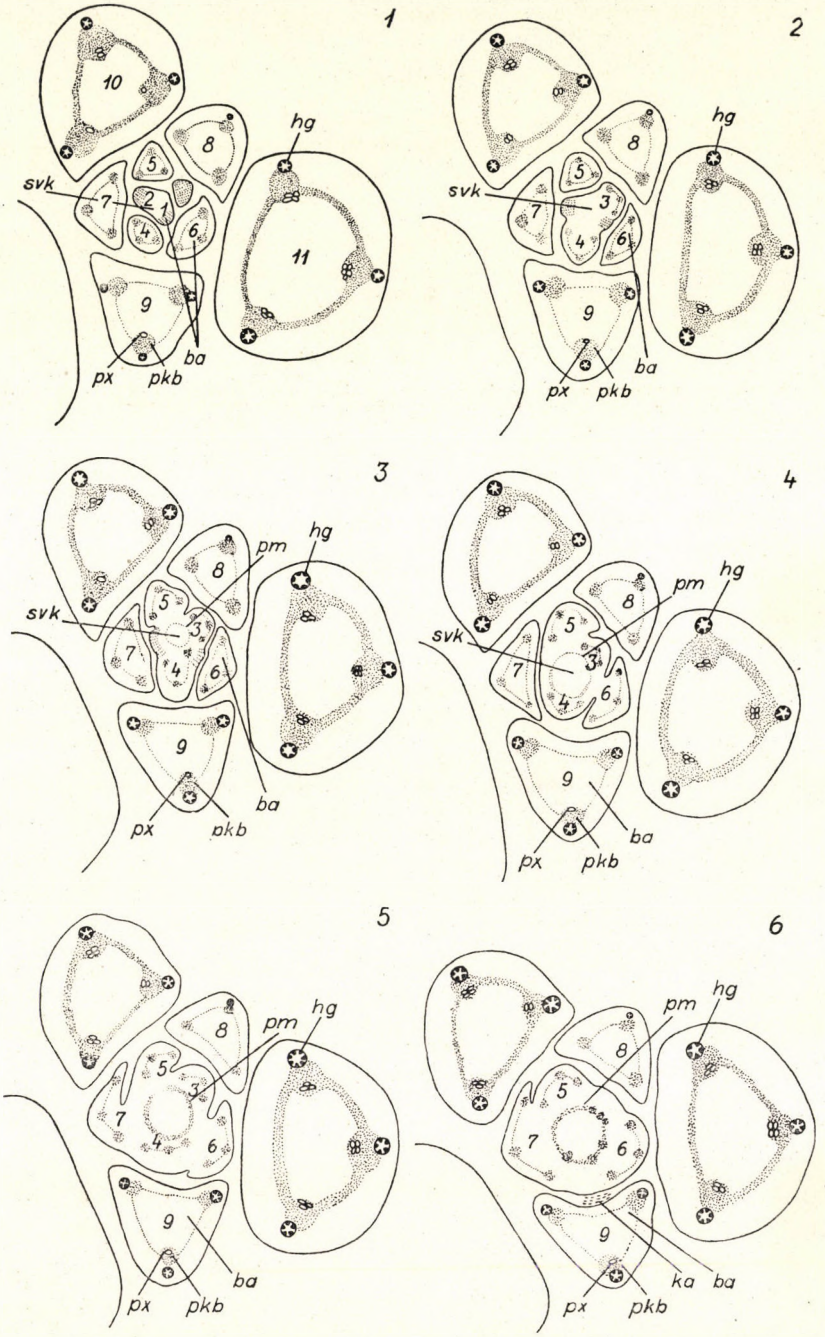
Eine zur Zeit des stärksten Wachstums, im Mai, aus dem Vegetationskegel angefertigte Schnittreihe wird in den Bildern 1—12 der Abb. 1 gezeigt. Die Schnitte sind 6 μ dick. In dieser Reihe fehlt nur die Zeichnung des ersten Schnittes, wo bloss der oberste, sich schwach färbende Scheitelteil des Vegetationskegels sichtbar war. In Bild 1 ist am Vegetationskegel lediglich eine eben initiierte und etwas entwickeltere Blattanlage zu erkennen. Der besseren Übersichtlichkeit halber sind in den Bildern die Blätter in der Reihenfolge ihrer Entwicklung numeriert. Das Blatt Nr. 3 besteht in dieser Schicht aus sich gleichförmig teilenden Zellen. In den Blattanlagen Nr. 4, 5, 6, 7, 8 und 9 haben sich bereits Prokambiumbündel ausgebildet, deren Grösse je nach dem Entwicklungsgrad der Blattanlagen verschieden ist. Im Umfangsteil des medianen Prokambiumbündels von Blatt Nr. 8 ist bereits ein Harzgang initiiert, während im medianen Prokambiumbündel des Blattes Nr. 9 ausser dem Harzgang auch schon Tracheiden mit Ring- und Spiralverdickungen erschienen sind.

Der Verlauf der Blattanlagen und zugleich der Prokambiumbündel im Stengel wird in den folgenden Abbildungen veranschaulicht.

In Bild 2, 3 und 4 gehen die Blattanlagen allmählich in den zentralen Teil des Vegetationskegels über. In dem in dieser Höhe angefertigten Schnitt des Blattes Nr. 3 lassen sich bereits die 3 Prokambiumbündel erkennen. In der gleichen Höhe wie der Übergang der Blattanlagen in den zentralen Teil beginnen sich gegen den Umfang zu die Umrisse eines aus wenigen Zellschichten bestehenden Meristemringes abzuzeichnen. Die Zellen des Meristemringes färben sich etwas stärker als die zentrale Zellgruppe, doch nicht so intensiv wie die sich teilenden Blattanlagen und die in diesen ausgebildeten Prokambiumbündel. Dieser Meristemring wächst im weiteren Laufe der Entwicklung, seine Zellschichten vermehren sich, doch bleibt die Intensität seiner Färbung im Vergleich zu jener der Prokambiumbündel immer schwächer. Die Prokambiumbündel sind je nach dem Entwicklungsgrad der Blattanlagen von verschiedener Grösse, aber stets deutlich erkennbar. Ihre Zellen sind eher länglich, ihre Zellkerne und ihr Plasma lassen sich am stärksten färben.

Aus der raschen Zunahme des Umfanges der Prokambiumbündel folgt, dass das Ausmass der Teilungsintensität hier am grössten ist. Ihre Differenzierung setzt in der Blattbasis ein ; es entwickelt sich zuerst das mediane, dann die beiden lateralen Bündel.

Die nächsten Bilder zeigen die nun folgenden Entwicklungsstadien. In Bild 6 und 7 haben sich die in der dritten Blattanlage entstandenen Bündel zuerst in den Meristemring des Stengels hinabgezogen, doch anastomisieren sie dort kurz darauf. Es war sehr schwierig, ihren Weg zu verfolgen. Die Bündel der stärker entwickelten Blattanlagen Nr. 4, 5 und 6 sind kräftiger ausgebildet, und auch ihr Verlauf im Achsenteil kann viel leichter verfolgt werden. Gleich-


1
10
8
hg
svk
5
7
2
1
4
6
11
9
px
pkb
ba
2
hg
8
svk
5
7
3
4
6
9
ba
px
pkb
3
pm
hg
8
svk
5
3
7
4
6
9
ba
px
pkb
4
pm
hg
8
svk
5
3
7
4
6
9
ba
px
pkb
5
pm
hg
8
5
3
7
4
6
9
ba
px
pkb
6
pm
hg
8
5
7
6
9
ka
ba
px
pkb

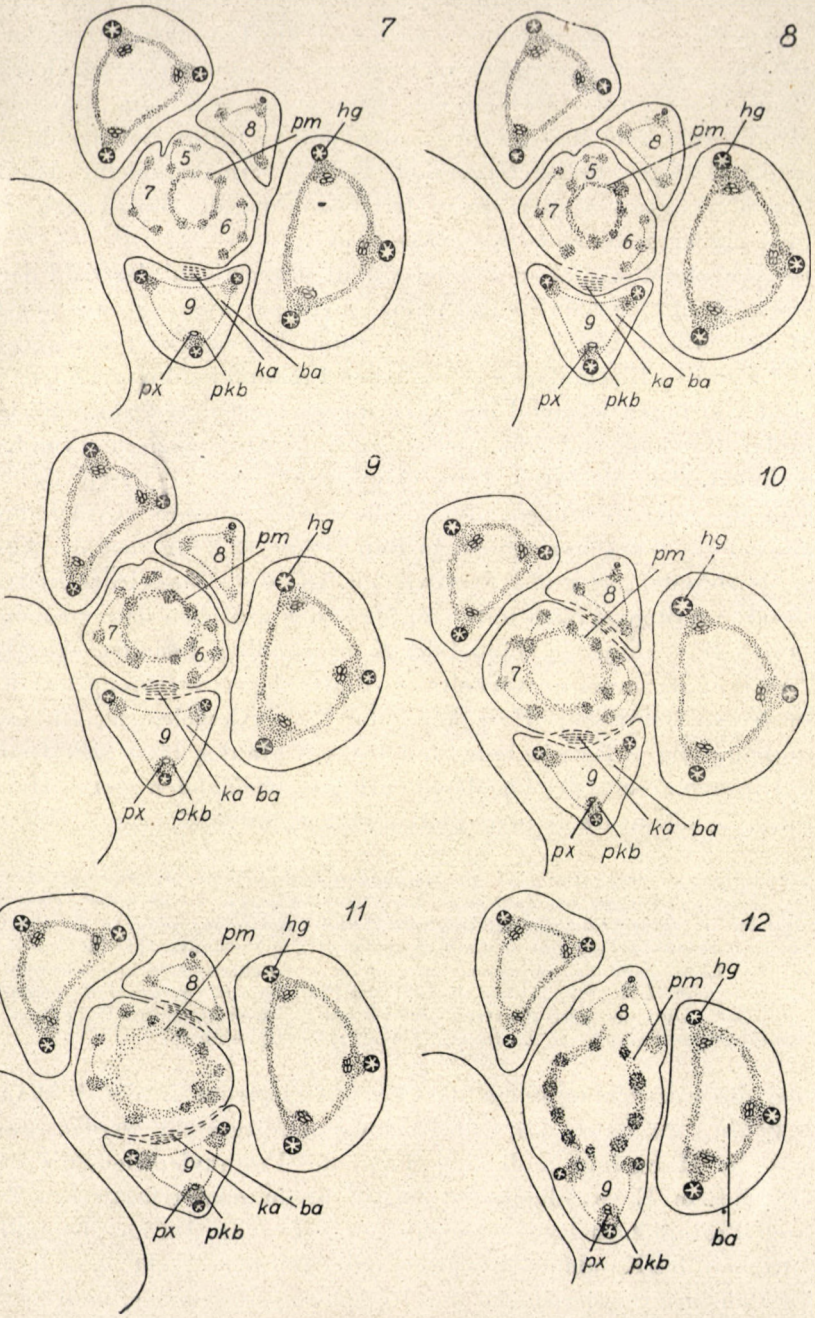


Abb. 1. Schematisches Bild der stufenweisen Ausbildung der Prokambiumbündel im Sprossvegetationskegel (Original.) Verg. 80×. svk Sprossvegetationskegel, ba Blattanlage, pkb Prokambiumbündel, px Protoxylem, hg Harzgang, pm primärer Meristemring, ka Knospenanlage

zeitig mit ihrem Vordringen zeichnen sich bereits auch die Umrisse des Meristemringes deutlich ab. In diesem Sprossteil ist auch die Teilungsrichtung der Zellen des Meristemringes gut erkennbar. Nach aussen zu vermehrt er den Bestand der Rinde, nach innen zu das Markgewebe. Dieses wird teils vom Sprossmeristem akropetal und teils vom Meristemring zentripetal vermehrt. Solange das Grundmeristem das Markgewebe durch langsame Teilung vermehrt, bleibt der Durchmesser des Markes unverändert, nach der Ausbildung des Meristemringes weist jedoch das Markgewebe eine grosse Masse auf.

Die Zahl der Prokambiumbündel nimmt proportional der Zahl der angeschlossenen Blattanlagen im Stengel immer mehr zu, wie dies auch aus Bild 8, 9 und 10 hervorgeht. Ihre Zahl ist aber veränderlich und eher weniger, als aus der Zahl der in den Blattanlagen befindlichen Prokambiumbündel folgen würde, da ein Teil von ihnen während des Vordringens nach unten anastomisiert. An der Basis der Blattanlagen Nr. 8 und 9 ist bereits die Differenzierung von Knospen wahrzunehmen. Die nächsten Entwicklungsstadien sind durch das stetige Wachstum des Meristemringes, durch die stets grössere Ausdehnung der Prokambiumbündel gekennzeichnet. In Bild 11 und 12 kann auch der Anschluss der Blattspurbündel gut beobachtet werden. Die drei Bündel des Blattes verlaufen derart im Stengel nach unten zu, dass sich zwischen dem medianen und den lateralen Bündeln je ein Bündel der Knospenanlage befindet. Aus Bild 12 ist der Verlauf der zwei entwickeltsten Blattanlagen im Stengel ersichtlich. In diesen haben sich bereits Harzgänge und Protoxylemelemente differenziert. Bei Verfolgung ihrer Entwicklung und ihres Verlaufes lässt sich feststellen, dass die Differenzierung der im Meristemring erscheinenden ersten Harzgänge und Protoxylemelemente in der Blattbasis beginnt.

Laut der Literaturangaben sind die Meinungen bezüglich der Entstehung der Stengel- und Blattspurbündel sehr geteilt. Zahlreiche Forscher (45) haben nachgewiesen, dass die Prokambiumbündel als Fortsetzung der älteren Sprossbündel streng akropetal in die Blattanlagen vordringen. Im Gegensatz dazu gibt es nur wenige Forschungsergebnisse, die für eine basipetale Entstehung der Leitungsbündel sprechen. Eine solche Entwicklungsrichtung wird von BALL (45) bei *Lupinus*, von HEGEDÜS (21) bei *Asarum*, bei *Pelargonium*, *Lycium* und *Solanum dulcamara* beschrieben. Die hier geschilderten Untersuchungen bestätigen im Falle von *Cotinus* gleichfalls die basipetal gerichtete Entwicklung der Prokambiumbündel.

Über die Entwicklungsfolge der Leitungselemente in den Prokambiumbündeln konnte im Laufe der Untersuchungen festgestellt werden, dass sich zuallererst die Harzgänge und nach ihnen die Protoxylemelemente differenzieren. In diesem Entwicklungsstadium, d. h. im meristematischen Zustand liessen sich Protophloëmelemente noch kaum erkennen. Da aus der jahreszeitlichen Tätigkeit des Kambiums des älteren Stengels hervorgeht, dass die Entstehung des Phloëms vor derjenigen der Xylemelemente erfolgt, und da sich im Vegetationskegel auch die Harzgänge im peripheren Teil des Bastes ausbilden, darf angenommen werden, dass in der Entwicklungsfolge der Entstehung der Leitungselemente auch hier das Phloëm als erstes erscheint.

Für die Organisation der jungen Sprosse von *Cotinus* unter dem Vegetationskegel ist es charakteristisch, dass sich gesonderte Prokambiumbündel ausbilden, die voneinander durch die sich aus dem Meristemring in zentrifugaler bzw. zentripetaler Richtung abtrennenden primären Markstrahlen geschieden werden. Unter Meristemring wird hier dasselbe verstanden wie unter dem Meristemring nach HELM [24]. HELM betont, dass dieser Gewebsring nur mit einer Spezialmethode, mit spezialen Plasma- und Zellwandfärbungsmethoden nachgewiesen werden kann. In den hier beschriebenen Schnitten konnte jedoch diese Gewebsregion sowohl mit Toluidinblau als auch mit Hämatoxylin-Vesuvin gut gefärbt und erkannt werden.

In diesem Falle darf allerdings der Meristemring keinesfalls mit dem Prokambiumring nach KOSTYTSCHEW [27] identifiziert werden, da — wie ja auch in der Literatur hervorgehoben wird — unter Prokambium ein Gewebe zu verstehen ist, aus dem sich dann im Laufe der weiteren Entwicklung ausschliesslich Leitungsgewebe ausbilden. Aus dem erwähnten Meristemring von *Cotinus* differenzieren sich aber keine Leitelemente, sondern lediglich Parenchym. Seine Zellen lassen sich von den Prokambiumzellen gut unterscheiden, sie sind isodiametrisch und färben sich schlechter als diese. Später nimmt ihre Färbungsintensität ab, doch behalten sie ihren meristematischen Charakter bis zum Ende bei.

Untersucht man den weiteren Gang der Entwicklung, so sieht man, dass sich die Zahl der Bündel im Meristemring sehr rasch erhöht. Ihre Zahl und Grösse sind äusserst veränderlich. Die früher entstandenen Bündel besitzen eine grössere Ausdehnung und sind differenzierter als die dichter eintretenden kleineren und weniger differenzierten Blattspurbündel. Der Meristemring bildet sich stufenweise zu einem Kambium von interfaszikularem Charakter um. Seine dichte tangentiale Teilung wird von radial gerichteten Teilungen abgelöst, die nach aussen hin den Bestand der Rinde und nach innen den des Markgewebes vermehren. Infolge des Verlaufes der immer dichter eintretenden Blattspurbündel werden zwar die interfaszikularen Teile kleiner, doch verengern sie sich zwischen den benachbarten Bündeln nicht so sehr, als dass man ihre Tätigkeit nicht beobachten könnte. In der Höhe der Blattanlage Nr. 10 und 11 konnte in den primär entstandenen Prokambiumbündeln eine gewisse Differenzierung beobachtet werden. Auf die für das frühe Stadium charakteristische mosaikartige Anordnung folgt eine radial gerichtete Verteilung der Zellen. Es bilden sich Metaphloëm- und Metaxylelemente in grösserer Zahl aus. In dem der Rinde zu gelegenen Teil des Bastes trennen sich grosse, sich stark färbende Zellen mit grossem Plasmagehalt ab, die die Initialen der Harzgänge darstellen. Diese bilden die Gänge in schizogener Weise, indem sie sich zuerst radial und danach zweimal tangential teilen. Die entstandenen Epithelzellen sind gross, färben sich gut, teilen sich auf die Gänge bezogen in radialer Richtung und erweitern stark die grossen Harzgänge. Ihre Teilung

geht solange derart intesiv vor sich, bis sich die Zellen des Markes und der primären Rinde zu einem Dauergewebe umgewandelt haben. Ihre Teilung wird wahrscheinlich durch den Druck hervorgerufen, der infolge der plötzlichen und in den Dimensionen starken Vermehrung des Markes auftritt.

Die Ausbildung der Protophloëmelemente ist äusserst schwer zu verfolgen. Die Phloëmelemente weisen ein verhältnismässig grosses Lumen auf und entstehen im Anfang stets in grösserer Zahl als die Holzelemente. Die Protoxylemelemente sind dagegen durch ein enges Lumen sowie durch Spiral- und Ringverdickungen ausgezeichnet, ihre Zahl beträgt 2 oder 3.

In der Höhe des 12. oder 13. Blattes befinden sich die Bündel, die bereits von kleineren interfaszikularen Gewebeteilen unterbrochen sind, überaus dicht nebeneinander. In diesem Stadium setzt die allmähliche zentripetale Stabilisation der Rindenzellen und die in zentrifugaler Richtung erfolgende der Markzellen ein. Die Metaxylem- und die Metaphloëmelemente differenzieren sich weiter, wobei zwischen ihnen als Überrest des Prokambiums das typische, rechteckige faszikulare Kambium entsteht, das am Anfang in grosser Zahl weitlumige Gefässe sowie nur wenig Holzparenchym bildet. Auch die interfaszikularen Kambiumzellen nehmen in einem etwas späteren Stadium allmählich die Gestalt von Rechtecken an und bilden, indem sie sich an das faszikulare Kambium anschliessen, den zusammenhängenden Kambiumring. Der Kambiumring ist in einheitlicher Weise tätig, da er sowohl in den faszikularen als auch in den interfaszikularen Teilen eine grosse Menge von Holzfasern bildet, die nur wenig Gefässe enthalten. Während im Anfangsstadium der Entwicklung die Vermehrung der Bastelemente vorwog, wird nach der Entstehung des Kambiumringes die Bildung der Elemente des Holzteils intensiver. Die Gefässgruppen werden von einer geringen Zahl von Holzparenchym begleitet. Die Markstrahlen sind schmal, bloss ein bis zwei Zellreihen breit.

Auch die zeitliche Gewebeentwicklung des Sprosses, sein periodischer Wachstumprozess vom Vorfrühling bis zum Spätherbst wurde mit Aufmerksamkeit verfolgt. Diese Untersuchungen bezweckten die Sammlung von Angaben über die Art und Weise, in der das Ausmass des Wachstums die später zu behandelnde Bildung der sprossbürtigen Wurzeln beeinflusst.

Im Ruhezustand findet sich in den Knospen jeder Übergangstyp, von den unentwickelten Blattanlagen bis zu den schon gut differenzierten Blättern. Die Knospen sind von klebrigen Knospenschuppen bedeckt, die wiederum von Harzgängen durchzogen sind. Aus dem medianen Längsschnitt geht hervor, dass die Leitungsgewebe der Knospenschuppen und der entwickelteren Blätter mit den Leitungsgeweben des vorjährigen Sprosses im Zusammenhang stehen. Die sich aus den schwächer entwickelten Blattanlagen im Bogen nach unten neigenden Prokambiumbündel haben sich noch nicht an die Leitelemente der unteren Teile angeschlossen. Im untersten Teil der Knospe hat sich bereits ein zusammenhängender Kambiumring im Laufe der vorjährigen Vegetationsperiode gebildet. Ausser der Ausbildung der primären Elemente konnte auch schon die einer grösseren Zahl von sekundären Elementen beobachtet werden. Der in dieser Höhe gelegene Teil bildet die Übergangszone zwischen dem diesjährigen und dem vorjährigen Spross. Seine weitere Ausbildung geht auf die bereits bekannte Weise vor sich, deshalb soll von dieser Zone im weiteren nicht mehr die Rede sein. Sowohl in der Knospe als auch im weiteren Laufe der Entwicklung des Sprosses könnte man noch eine lange Reihe von Übergangsstadien be-

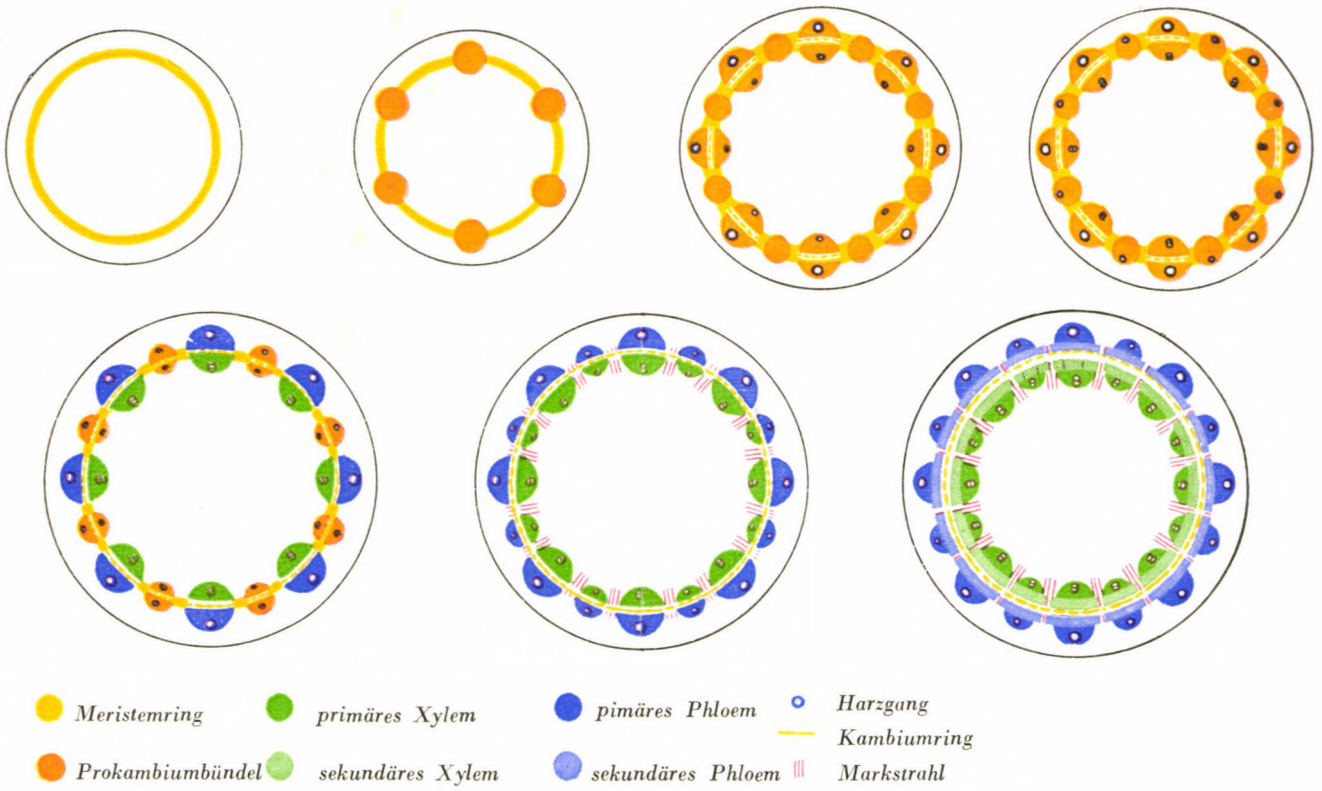


Abb. 2. Meristemring, Prokambiumbündel, primäres Phloëm, sekundäres Phloëm, primäres Xylem, sekundäres Xylem, Harzgang, Kambiumring, Markstrahl

schreiben, doch bildete nicht dies das Ziel der Untersuchung der Entwicklungsperioden, sondern die Charakterisierung der hauptsächlichen Entwicklungsstadien.

Ende Februar zeigen sich noch keine äusseren Anzeichen des Wachstums. In dem als homogen erscheinenden Sprossvegetationskegel beginnen sich jedoch die Richtungen der Zellteilung abzuzeichnen. Eine stärkere Teilung konnte in der Höhe der bereits differenzierteren Blätter beobachtet werden, dort wo sich der Kambiumring im vorigen Jahr ausgebildet hatte. Als Ergebnis der vorderhand noch spärlichen Zellteilungen bildet sich eine geringe Anzahl von Phloëmelementen.

Anfang März lässt sich die Entstehung der Knospenschuppen bloss mit dem Mikroskop feststellen. Im Sprossvegetationskegel kommt erst selten Teilung vor. Das vorjährige Kambium der Sprossanlage hat im unteren Teil der Knospe ausser den Phloëmelementen noch einige mit Hoftüpfeln verdickte Tracheiden entwickelt.

Mitte März ist die langsame Differenzierung der Knospenschuppen auch schon mit dem blossen Auge zu erkennen. Im Sprossvegetationskegel färben sich die einzelnen Gewebsregionen in unterschiedlicher Weise und die Teilungsrichtungen sind bereits deutlich sichtbar. Im unteren Teil der Knospe vermehrt das vorjährige Kambium noch immer nur die Phloëmelemente und bildet lediglich einige wenige weitlumigere Gefässe aus.

Anfang April weisen die Sprosse bereits eine Grösse von 8 bis 10 mm auf. Im Sprossvegetationskegel geht die Teilung erst langsam vor sich. Der Spross wird durch ein geringeres apikales und ein stärkeres basales Wachstum gekennzeichnet. Im meristematischen Teil nimmt die Zahl der Prokambiumbündel stetig zu. In einigen stärker entwickelten Bündeln differenzieren sich Protoxylemelemente mit Ring- und Spiralverdickungen, gegen die Rinde zu Harzgänge. Im unteren Teil trennen sich die Blätter in Stiel und Spreite, und unter der Achsel der so entwickelten Blätter setzt schon die Differenzierung der Knospe ein.

Mitte April ist der Spross auf 10 bis 15 mm angewachsen. Die Teilung des Sprossvegetationskegels ist überaus intensiv. Im oberen Teil bilden sich nach den primär entstandenen Prokambiumbündeln in grosser Zahl auch sekundäre Bündel aus. Die Prokambiumelemente dehnen sich bald in die Länge, was ihre rasche Teilung beweist. Die Entstehung der primären Holzelemente nimmt zu. Die Epithelzellen der Harzgänge teilen sich in gesteigertem Ausmass, so dass Gänge mit sehr grossen Innenräumen entstehen. Im mittleren Teil des Sprosses setzt die Bildung der noch Plasma enthaltenden Holzteile ein. Im unteren Teil des Sprosses lässt sich ausser den plasmahaltigen Holzelementen schon die Abtrennung von Holzfasern beobachten. Das Markgewebe, das sich von sämtlichen Geweben am schnellsten stabilisiert und abstirbt, besteht in diesem Teil noch aus lebenden Zellen, die im starken Wachstum begriffen sind.

Ende April erreicht die Länge des Sprosses 20, manchmal sogar 30 mm. Im unteren Teil des Sprosses ist das Wachstum derart kräftig, dass die unteren entwickelten Blätter über die Höhe des Vegetationskegels hinauswachsen und sich rosettenartig um den Vegetationspunkt anordnen.

Anfang Mai sind die Sprosse schon 40 bis 50 mm gross. Dieses Entwicklungsstadium ist durch die starke Ausdehnung der sich im oberen Sprossteil befindlichen Internodien gekennzeichnet. Im oberen Sprossdrittel dehnen sich die Elemente mit Spiral- und Ringverdickungen stark in die Länge und es bilden sich auch die ersten weitlumigen Gefässe aus. Im mittleren Sprossdrittel trennt sich eine grössere Menge von sekundären Xylem- und Phloëmelementen ab. Das Markgewebe wandelt sich zu Dauergewebe um, einige seiner Zellen enthalten schon Gerbsäure. In ähnlicher Weise wandeln sich auch die Rindenzellen um, doch enthalten sie zu diesem Zeitpunkt noch keine Gerbsäure. Im unteren Sprossteil ist das Plasma des Markgewebes bereits absorbiert, und es sind in grösserer Zahl gerbsäurehaltige Zellen entstanden. Die sekundäre Verdickung setzt sich weiter fort, wobei mit Hoftüpfeln verdickte Gefässe zwischen den sich in grosser Zahl abtrennenden Holzfasern entstehen. Die Bildung von Phloëmelementen nimmt dagegen ab. Die Harzgänge erweitern sich in diesem Sprossteil in lysigener Weise weiter.

Ende Mai ist das Längenwachstum der 50 bis 80 mm grossen Sprosse noch immer ziemlich intensiv. Die Zahl der sich um den Vegetationspunkt entfaltenden Blätter nimmt allerdings ständig ab. Auch in der Höhe der obersten Blätter ist die Differenzierung der Knospen unvermindert kräftig. Im mittleren Drittel bilden sich Gefässe von grossem Lumen und in geringerer Anzahl auch Fasern. Die aus dem Prokambium entstandenen Harzgänge erweitern sich bereits in lysigener Weise. An den Zellwänden der primären Rinde zeigt sich die charakteristische Verdickung des lamellaren Kollenchyms. Einzelne Zellen dieser Gewebsregion wandeln sich zu Steinzellen um und ihre innersten Zellschichten enthalten bereits reichlich Gerbsäure. Im unteren Teil bildet sich auch das subepidermale Parakambium aus.

Anfang Juni haben die Sprosse eine Länge von 80 bis 100 mm erreicht. Das Längenwachstum ist nahezu abgeschlossen. Meristematische Elemente finden sich fast nur noch unmittelbar unterhalb des Sprossvegetationskegels. In der ganzen Länge des Sprosses setzt die Abtrennung der sekundären Elemente ein.

Mitte Juni beginnt die Differenzierung der Terminalen Knospe des Sprosses. Im mittleren und unteren Teil trennen sich in grosser Zahl dickwandigere Holzfasern ab. Die Zellen der Markkrone verdicken sich beträchtlich und sondern sich gut vom benachbarten Gewebe ab. Auch die stärkere Entwicklung des Korkgewebes und die Entstehung der Lentizellen fällt in diese Zeitspanne.

Ende Juni ist das Längenwachstum der Sprosse abgeschlossen. Die weitere Entwicklung wird durch die Ausbildung der terminalen und lateralen Knospen gekennzeichnet.

Anfang Juli lässt sich die Absonderung der Endodermis gut beobachten. Ihre Zellen sind länglich. Der aus mehreren Zellreihen bestehende Perizyklus, der sich im Anfangsstadium der Entwicklung kaum vom Bast unterscheiden lässt, entwickelt sich im Laufe des Sommers zu einem aus dickwandigen Zellen bestehenden Ring.

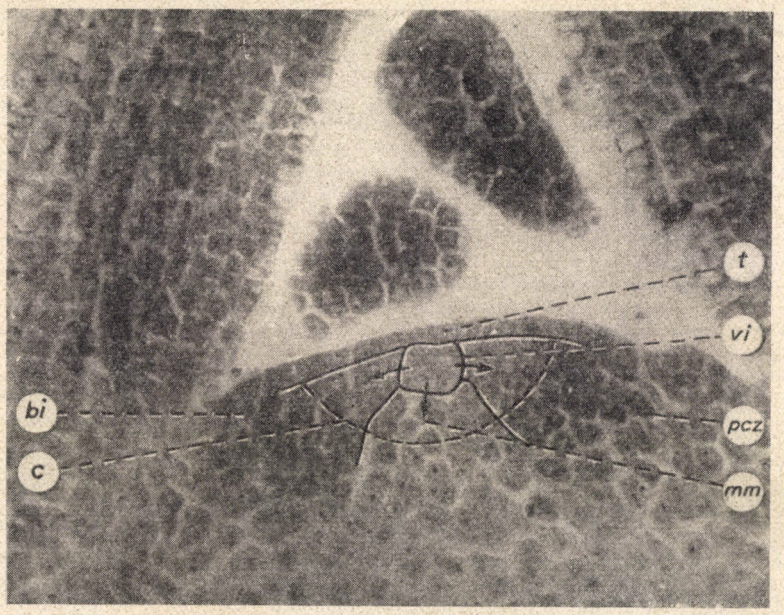


Abb. 3. Längsschnitt des Vegetationskegels während der Vegetationsperiode (Original). Vergr. 340×. t Tunica, zi zentrale Initialen, pkz Prokambiumzellen, mm Markmeristem, bi Blattinitialen, c Corpus

Die weitere Entwicklung ist durch die gleichmässige, aber sehr langsame Vermehrung des Gewebes charakterisiert. Die äusserst langsame Tätigkeit des Kambiums konnte allerdings selbst nach der Herbstfärbung des Laubes und dem Abfall der Blätter bis Ende Oktober, Anfang November beobachtet werden. Die Zellen der primären Rinde vermehren im höheren Alter ihren Gerbsäuregehalt. Obwohl diese Zellen laut der Untersuchungsergebnisse auch im jüngeren Alter Gerbsäure enthalten, ist die Erhöhung des Gerbsäuregehaltes nach Beendigung des Längenwachstums sehr beträchtlich und nimmt bis zur Herbstfärbung des Laubes ständig zu. In den Markzellen bilden sich im frühen Alter gleichfalls die gerbsäurehaltigen Zellen und manchmal sogar Schläuche aus. Ihr Gerbsäuregehalt ist aber nicht mehr so beträchtlich wie jener der primären

Rinde. Im zweiten und im dritten Jahr werden die Gerbstoffe bereits von den Zellwänden absorbiert und geben zusammen mit anderen Farbstoffen die charakteristische bräunlichgelbe Farbe des Markes.

Untersuchung der Wurzelbildung des plagiotropen Sprosses

Nach der Erörterung der Gewebeentwicklung des plagiotropen Sprosses sei nunmehr auf die Schilderung der Wurzelbildung dieses Sprosses übergegangen.

Die sich zur Erde neigenden Zweige von *Cotinus* sind im dreijährigen Alter in der Regel bereits mit Laub und Humus bedeckt, so dass sie nach einer gewissen Zeit Wurzel fassen. *Cotinus* entwickelt ein für die Xerophyten charakteristisches, sehr spärliches, sich kaum verzweigendes Wurzelsystem, das sich nach baldiger Verholzung und Verkorkung seiner Zellen früh zu Dauergewebe umwandelt. Die Gewebe des älteren Stengels bilden sich in folgender Weise.

Die Sprosse werden im Alter von 3 bis 4 Jahren von einem dichten Korkgewebe, das zusammengedrückte Zellwände aufweist, zur Gänze bedeckt. Zwischen der Entstehung der sich nacheinander allmählich bildenden einzelnen Phellogen verstreichen 2 bis 3 Jahre. Für das langsame Wachstum ist hierbei charakteristisch, dass die Zellen der verhältnismässig wenig, 8 bis 10 Zellreihen enthaltenden primären Rinde selbst im Alter von 8 bis 10 Jahren nicht zur Korkbildung aufgebraucht werden. Auf die dickwandige, lamellares Kollenchym enthaltende Hypodermis folgt ein Rindenparenchym, das sich durch einen Reichtum an Gerbsäure enthaltenden Zellen und Schläuchen und durch wenige Zellreihen auszeichnet. In der primären Rinde bilden sich mit zunehmendem Alter immer mehr Steinzellen. Die Endodermis lässt sich in den älteren Stengelteilen nicht so deutlich unterscheiden wie im einjährigen Spross und kann eher nur in den im Ruhezustand befindlichen Sprossen auf Grund ihres grossen Stärkegehaltes erkannt werden. Der aus mehreren Zellreihen bestehende Perizyklus wird von dickwandigen, aber lebenden Zellen gebildet. In seinen der Rinde zu gelegenen Zellreihen sind jedoch im älteren Stengel kleinere Faserngruppen zu beobachten, für deren Ursprung keine Erklärung gefunden wurde. Sowohl der Perizyklus als auch die vom Transport der Nährstoffe bereits ausgeschlossenen älteren Bastelemente speichern im Laufe des Winters Stärke auf. Das Phloëm besteht lediglich aus Weichbastelementen. Seine Zellwände sind im Vergleich zu den allgemeinen Massen der Bastelemente ungewöhnlich dick und werden auch im Laufe der Jahre nicht zusammengedrückt. Die an der Grenze zwischen Bast und Perizyklus entstandenen primären Harzgänge sind etwas abgeplattet, ihre Epithelzellen sind von einem Kranz von zwei oder drei Zellreihen bildenden, dickwandigen, Plasma enthaltenden lebenden Zellen umgeben. Die Gänge sind sehr lang, manchmal erreichen sie sogar 7 bis 10 mm. Die im Bast sekundär entstandenen Harzgänge

sind kambialen Ursprungs und erweitern sich sofort in lysigener Weise. Ihre Grösse erreicht weder im Längs- noch im Querschnitt die der primären Gänge. Im Bast kommt es zu keiner Verbreiterung der primären Markstrahlen.

In den plagiotropen Sprossen vermehrt das Kambium den gegen den Boden zu gelegenen Teil des Stengels immer stärker als den oberen Teil. Infolgedessen sind auch seine Jahresringe stets exzentrisch.

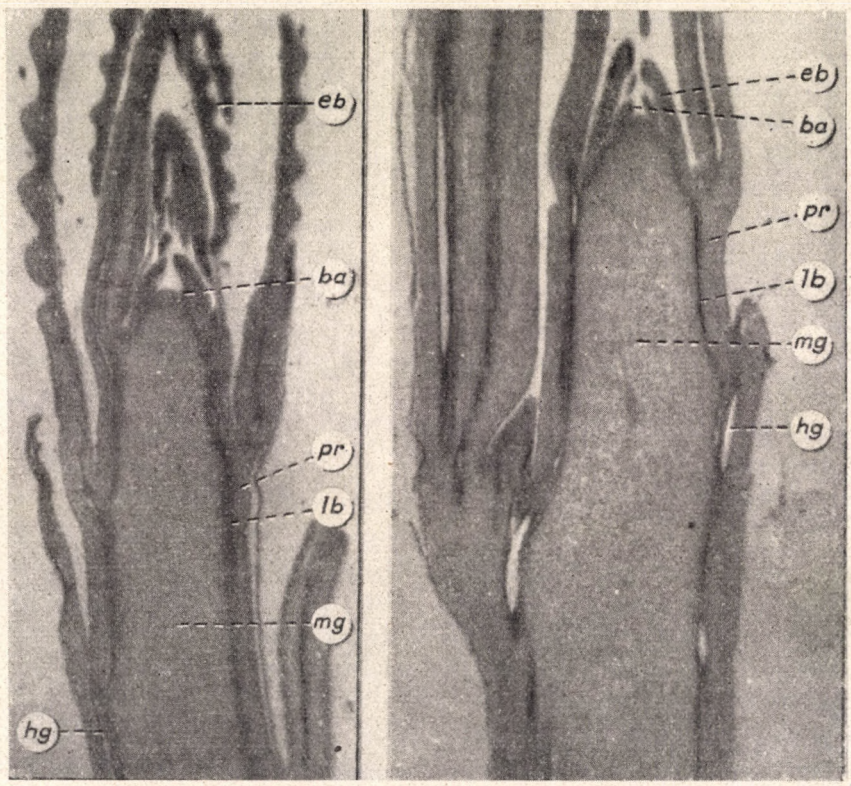


Abb. 4. Längsschnitt des vegetativen Sprosses Anfang Mai (Original). Vergr. 70×
Abb. 5. Längsschnitt des vegetativen Sprosses Ende Mai (Original). Vergr. 70×. pr primäre Rinde, lb Leitbündel, mg Markgewebe, hg Harzgänge, ba Blattanlagen, eb in Entwicklung befindliche Blätter

Über die spätere Gestaltung des Holzteils ist es von Interesse zu bemerken, dass in dessen Geweben infolge der veränderten Verhältnisse eine weitgehende Umwandlung vor sich geht. In den bereits seit 5 bis 8 Jahren mit Boden bedeckten Zweigen sondert sich die Jahresringgrenze kaum ab. Das Kambium entwickelt nämlich im Gegensatz zu den sich über der Erde entwickelnden Sprossen in den in der Erde befindlichen Teilen im Laufe der Vegetationsperiode gleichmässig eine grosse Zahl von weitlumigen Gefässen. Das die Gefässe umgebende

Holzparenchym entwickelt sich in grösserer Menge. Der Durchmesser der Poren weist bei den Frühjahrs- und Herbstgefässen kaum einen Unterschied auf. In

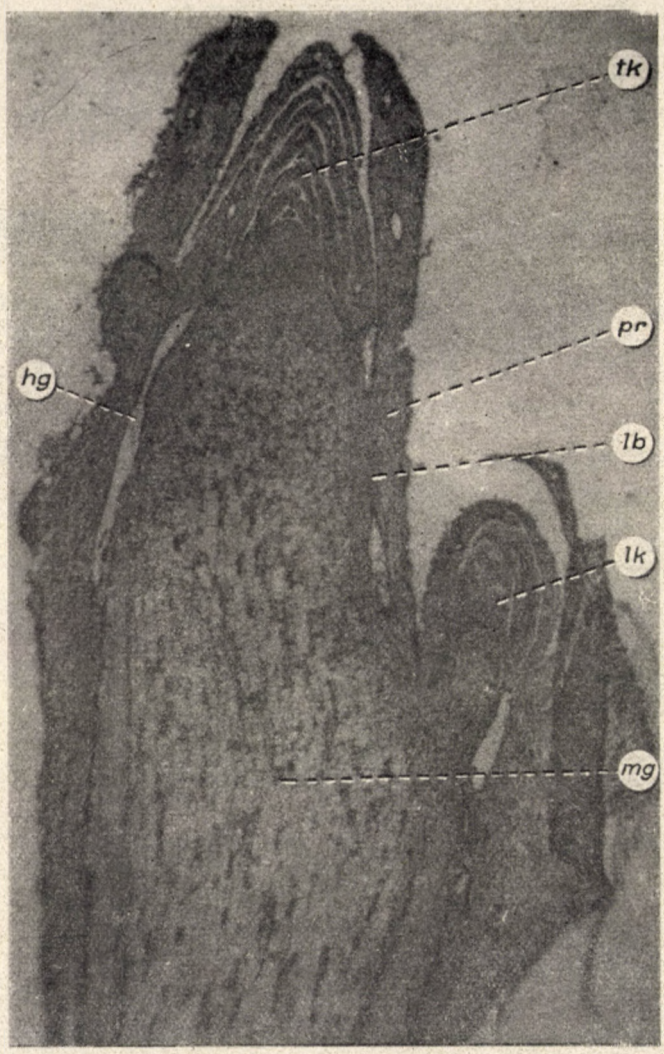


Abb. 6. Längsschnitt des vegetativen Sprosses Ende Juni (Original). Vergr. 70×. pr primäre Rinde, lb Leitbündel, mg Markgewebe, hg Harzgänge, tk terminale Knospe, lk laterale Knospe

den Markstrahlen konnte keinerlei Veränderung beobachtet werden. Die Markkrone und das Markgewebe weichen in ihrer Entwicklung von dem früher erwähnten Entwicklungsgang nicht ab.

Die Untersuchungen über den plagiotropen Spross wurden auf folgende Fragen ausgedehnt: 1. In welchem Alter vermag der Sprossteil überhaupt Wurzel zu fassen? 2. Wie lang dauert die Wurzelbildung? 3. Wo setzt die Wurzelbildung ein? 4. Was ist der Grund, dass man diese Zweigteile nicht als einfache Sprossstecklinge verwenden kann, obwohl sie an der Mutterpflanze selber imstande sind, Wurzeln zu treiben?

Um eine Antwort auf diese Fragen zu erhalten, wurden mit Wurzeln versehene, holzige Teile verschiedenen Alters untersucht. Hierbei konnte fest-

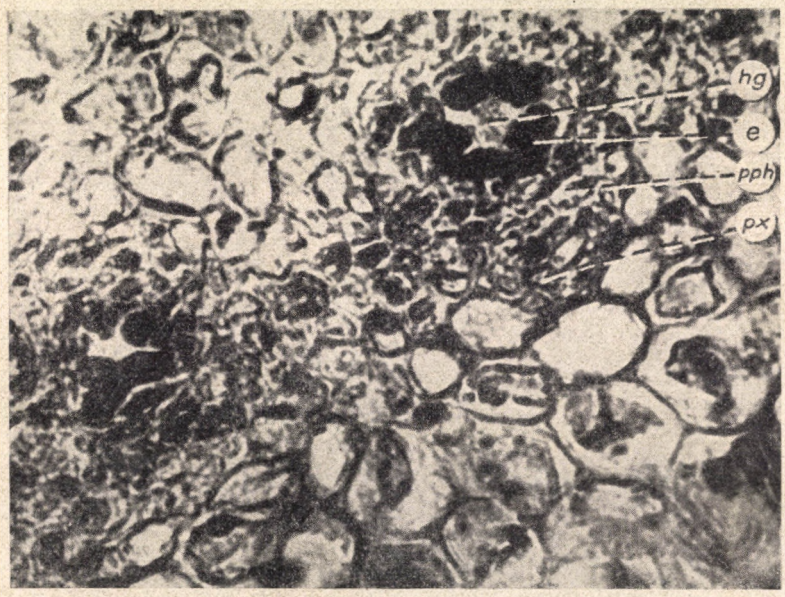


Abb. 7. Ausbildung der Harzgänge (Original). Vergr. 270×. hg Harzgang, e Epithelzellen, pph primäres Phloëm, px primäres Xylem

gestellt werden, dass sich die Wurzeln immer um die Knospen ausbilden. Sowohl an den jüngeren, 3—4 Jahre alten Teilen als auch an den älteren, 8—10 jährigen Zweigen entwickelten sich frische, neue Wurzeln. Eingehendere mikroskopische Untersuchungen ergaben indessen, dass die Art und die Verhältnisse der Wurzelbildung an den älteren Sprossen andere waren als an den jüngeren. An den jungen Zweigen bricht die erste Wurzel immer unterhalb der Knospe, in der Mitte der Blattnarbe, oberhalb der medianen Ader hervor. Die erste Voraussetzung für die Wurzelbildung ist also, dass am Spross die ruhende Knospe vorhanden sein muss. Da sich die plagiotropen Sprosse nur sehr spärlich verzweigen, setzt gewöhnlich bloss die terminale Knospe das Wachstum fort, so dass sich am Zweige viele ruhende Knospen befinden. Im grossen untersuchten Material kam es in keinem einzigen Falle vor, dass sich die sprossbürtige Wurzel nicht unter-

halb einer Knospe ausgebildet hätte. Um die einmal Wurzel geschlagenen Teile herum schwillt der Spross infolge der besseren Versorgung mit Nährstoffen an, und es entstehen an ihm kleinere Knoten. Aus diesem verdickten Teil können dann nicht nur unmittelbar unterhalb der Knospe, sondern auch rings um sie herum mehrere Wurzeln ausschlagen. An älteren Zweigen können also Wurzeln nur aus diesen Knoten entstehen. Trotz der Tatsache, dass sich an diesen Knoten neue frische Wurzeln auch um die Knospe herum ausbilden können, ist nur die aus der Mitte der Blattnarbe vordringende Wurzel als primär anzu-

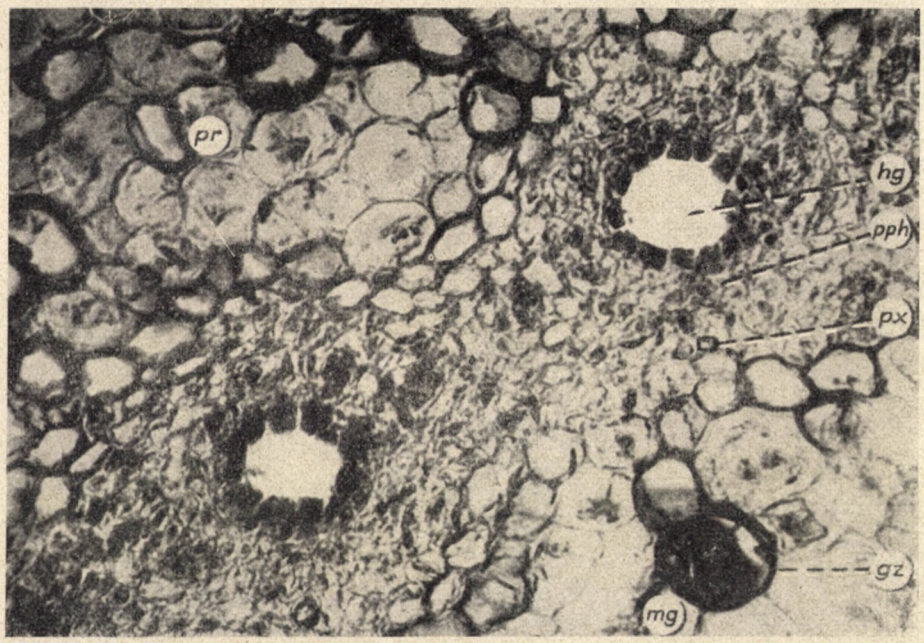


Abb. 8. Harzgänge in einem späteren Entwicklungsstadium (Original). Vergr. 270×. hg Harzgang, pph primäres Phloëm, px primäres Xylem, mg Markgewebe, gz gerbsäurehaltige Zellen, pr primäre Rinde

sehen, da sich die übrigen, später entstehenden Wurzeln ausschliesslich infolge des vorigen Prozesses zu entwickeln vermögen.

Nach der äusseren makroskopischen Bestimmung der Stelle der Wurzelbildung wurde die Arbeit mit der Untersuchung der inneren jungen Struktur dieser Teile fortgesetzt.

Schon bei der Untersuchung der Gewebeentwicklung des jungen Sprosses wurde festgestellt, dass von den Leitungsgeweben des Stengels 3 Bündel in den Blattstiel verlaufen. Die die lateralen Adern bildenden Bündel treten aber nicht unmittelbar neben der medianen Ader aus, sondern die Bündel der Leitungsgewebe der Knospe liegen — wie bereits früher erwähnt — zwischen den Bündeln

des Blattes und verlaufen parallel zu diesen in den tieferen Teil des Stengels. In der Eintrittsrichtung der Bündel bricht der holzige Teil auf, wodurch die Ausbildung eines ausgedehnten Parenchymgewebes ermöglicht wird, u. zw. hauptsächlich am Austritt der medianen Ader. Hier konnte die Entstehung eines breiten, aus 8 bis 10 Zellreihen bestehenden, stärkereichen, ziemlich dickwandigen, mit Tüpfeln verdickten Parenchyms beobachtet werden. In

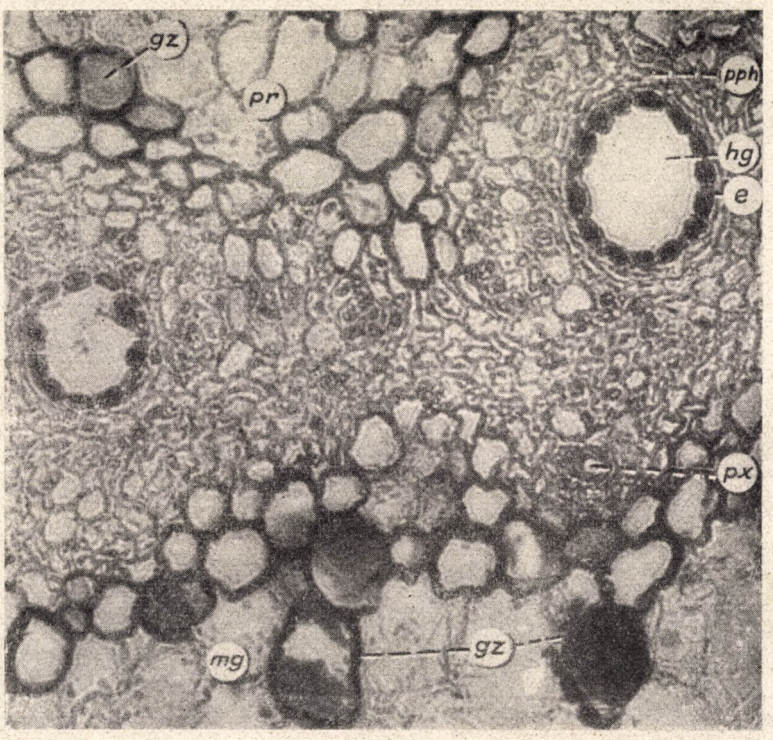


Abb. 9. Harzgang in einem höher entwickelten Zustand (Original). Vergr. 270×. hg Harzgang, e Epithelzelle, pph primäres Phloëm, px primäres Xylem, gz gerbsäurehaltige Zellen, mg Markgewebe, pr primäre Rinde

dieser Weise findet die Ausbildung der Gewebe des Sprosses am einjährigen Teil dort statt, wo später die Wurzelbildung beginnt.

Danach wurde untersucht, wie sich im weiteren in den mehrere Jahre alten Teilen das beim Austritt des Blattspurbündels und bei der Bildung der Knospe entstandene Parenchymgewebe an jenen Sprossen gestaltet, wo die Knospe aus irgendeiner Ursache zugrunde gegangen war, aber auch dort, wo die Knospe erhalten blieb.

Im Laufe der in Angriff genommenen Versuche wurden noch im Frühjahr 1953 die Knospen von verschieden alten plagiotropen Sprossen entfernt und

die Zweige so in die Erde gesteckt, wo sie zwei Vegetationsperioden hindurch verblieben. Die im Herbst 1954 untersuchten Sprosse bewiesen, dass an den Stellen der entfernten Knospen keinerlei Wurzelbildung zustande gekommen war. Die histologische Untersuchung dieser Teile zeigte sodann, dass sich das keilförmige Parenchym allmählich verdünnt hatte. Das Kambium hatte also das Parenchym nicht weiter vermehrt, sondern in diesem Abschnitt Holzfasern und Leitelemente hervorgebracht.

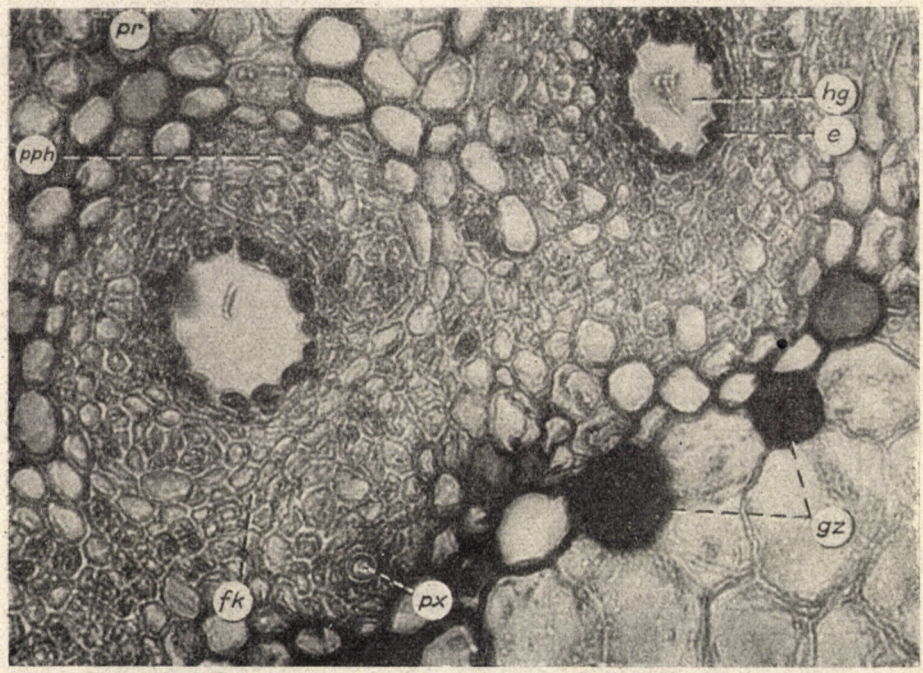


Abb. 10. Bündel mit ausgebildetem faszikularem Kambium (Original). Vergr. 270 ×. px primäres Xylem, fk faszikulares Kambium, pph primäres Phloëm, hg Harzgang, e Epithelzellen, pr primäre Rinde, gz gerbsäurehaltige Zellen

Anders gestaltet sich die Lage, wenn die Knospe an den plagiotropen Sprossen erhalten bleibt. In diesem Falle vermehrt sich das den Holzteil unterbrechende Parenchym von Jahr zu Jahr, wird breiter und erreicht häufig eine Breite von 30 bis 40 Zellreihen. Um festzustellen, ob sich diese Gewebsteile nur an den auf der Erde liegenden Sprossen in dieser Weise entwickeln, wurden sie mit den ähnlichen Teilen der orthotropen Sprosse verglichen. In den orthotropen Sprossen entsteht im Falle des Vorhandenseins von Knospen beim Austritt der medianen Ader ebenfalls das erwähnte Parenchym, doch wird es selbst nach mehreren Jahren nicht breiter als 8 bis 10 Zellreihen. Um zu erforschen, in welchem Ausmass sich diese Gewebsregion formen lässt, wurden im Laufe der

Jahre 1953 und 1954 versuchsweise orthotrope Sprosse verschiedenen Alters in den Boden gesetzt und eine Vegetationsperiode hindurch dort belassen. Als

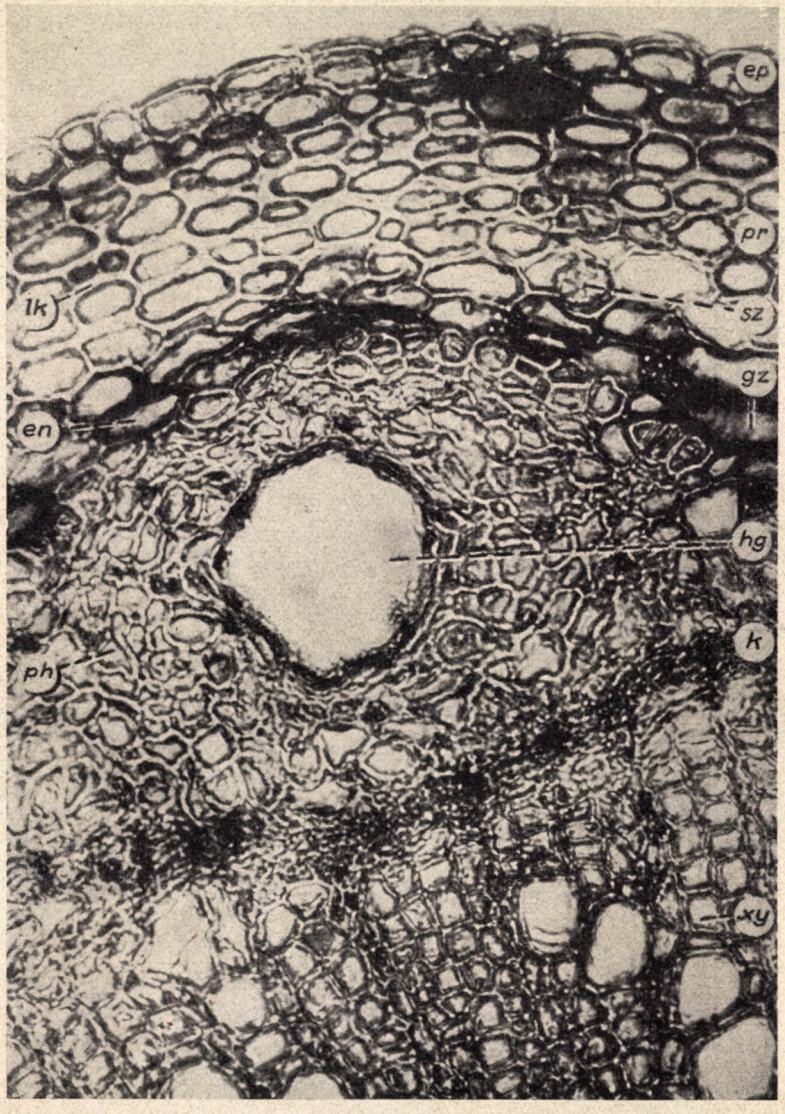


Abb. 11. Lysigener Harzgang (Original). Verg. 270 ×. ep Epidermis, pr primäre Rinde, lk lamellares Kollenchym, sz Steinzellen, en Endodermis, gz gerbsäurehaltige Zellen, hg Harzgang, ph Phloëm, k Kambium, xy Xylem

Ergebnis dieser Versuche konnte in der Gewebestruktur festgestellt werden, dass an den älteren, 6- bis 8jährigen Zweigen die Gewebsvermehrung des Parenchyms nur unbedeutend ist. An den jungen, 3- bis 4jährigen Zweigen nahm

hingegen die Vermehrung des Parenchyms ein bedeutendes Ausmass an. An den im Vorfrühling gesetzten Teilen erschienen bereits im Herbst die ersten Wurzeln. Die Verbreiterung des Parenchyms war sehr auffallend, indem sich der bisher schmale, keilförmige Gewebeteil in einem plötzlichen Bogen beträchtlich verbreiterte.

Mit diesem Versuche gelang es, Licht auf mehrere bislang ungelöste Fragen zu werfen. Vor der Wurzelbildung hat unbedingt die Entstehung dieses die

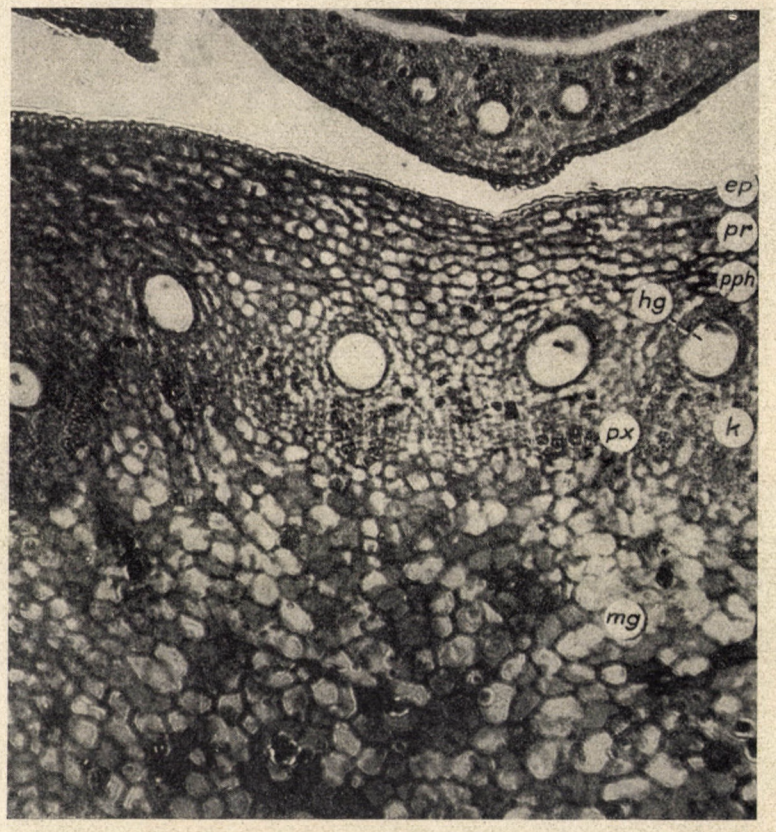


Abb. 12. Teil eines jungen Sprosses (Original). Vergr. 144 ×. ep Epidermis, pr primäre Rinde, pph primäres Phloëm, k Kambium, hg Harzgang, mg Markgewebe, px primäres Xylem, eh in Entwicklung befindliche Holzelemente (Xylem)

Nährstoffe speichernden Gewebeteiles zu erfolgen. In den plagiotropen Sprossen kann sich dieser Gewebeteil bei günstigeren Voraussetzungen allmählich schon vom 3. oder 4. Jahre an entwickeln. Der den Holzteil unterbrechende parenchymatische Gewebeteil vermehrt sich von Jahr zu Jahr. Das Ausmass seiner Entstehung hängt den gemachten Beobachtungen zufolge auch noch von der Entwicklungsstufe der Knospe ab. Im unteren Teil des Sprosses, wo die Knospen kleiner

sind, ist die Entstehung des Parenchyms und zugleich die Wurzelbildungsfähigkeit geringer als in dem Sprossteil, wo die Knospen stärker entwickelt sind. In den jüngeren Sprossen sind die Parenchymzellen in radialen Reihen angeordnet, wobei der einheitliche Gewebeteil nur hier und dort von einzelnen Tracheiden oder von einigen aus wenigen Zellen bestehenden Gruppen von Holzfasern unterbrochen wird.

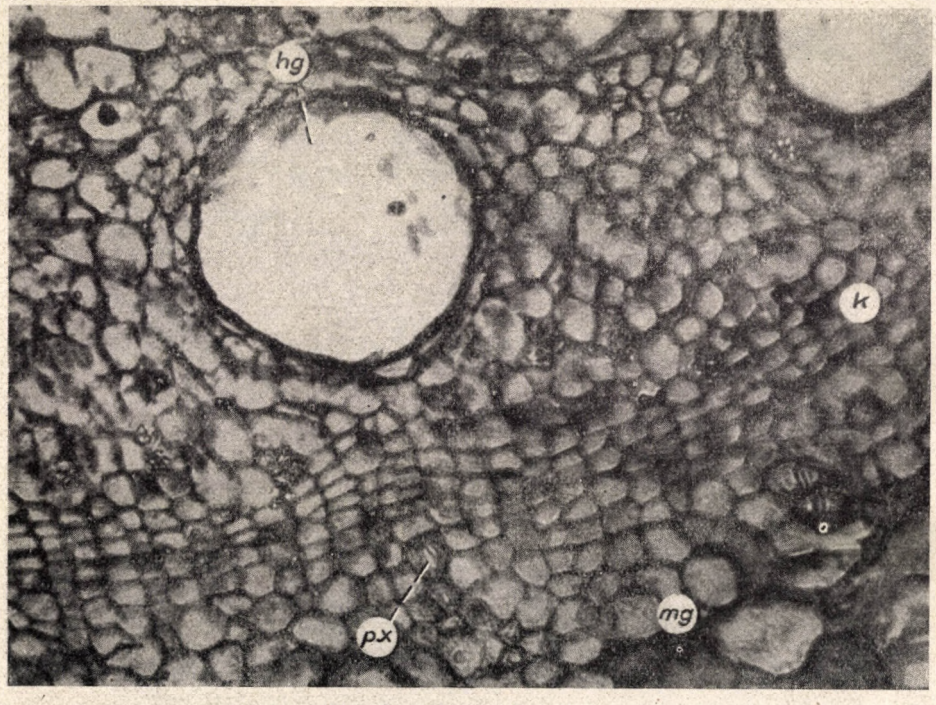


Abb. 13. Differenzierung des primären Xylems (Original). Vergr. 270 ×. hg Harzgang, k Kambium, px Protoxylem, mg Markgewebe, mx Metaxylem

Die Beobachtung der weiteren Entwicklung des Parenchyms an den Wurzelansatzstellen ergab, dass es sich hier noch stärker entwickelt. Der bisher in radialen Reihen angeordnete Gewebeteil wird von einem völlig ungeordneten parenchymatischen Gewebe abgelöst, das aus Zellen von unregelmässiger Form und von verschiedener Grösse besteht. Aus diesem verdickten Teil können überall sprossbürtige Wurzeln hervorbrechen.

Es war äusserst schwierig, den Ausgangspunkt der Wurzelbildung festzustellen. Die Beobachtung wurde nämlich durch den Umstand erschwert, dass es einerseits nicht leicht war, aus den holzigen Teilen Schnittreihen herzustellen und andererseits den Zeitpunkt zu treffen, in dem sich die Wurzelbildung im

Anfangsstadium der Entstehung befindet. Jeder einzelne Zeitpunkt hält nur eine gewisse Entwicklungsstufe fest, so dass die einzelnen Phasen der Wurzelentwicklung aus den Abschnitten der verschiedenen Entwicklungsstufen zusammengestellt werden müssen. Der Entwicklungsgang konnte somit auch nicht in seiner Ganzheit geklärt werden, doch ist die Stelle der Wurzelbildung gut erkennbar.

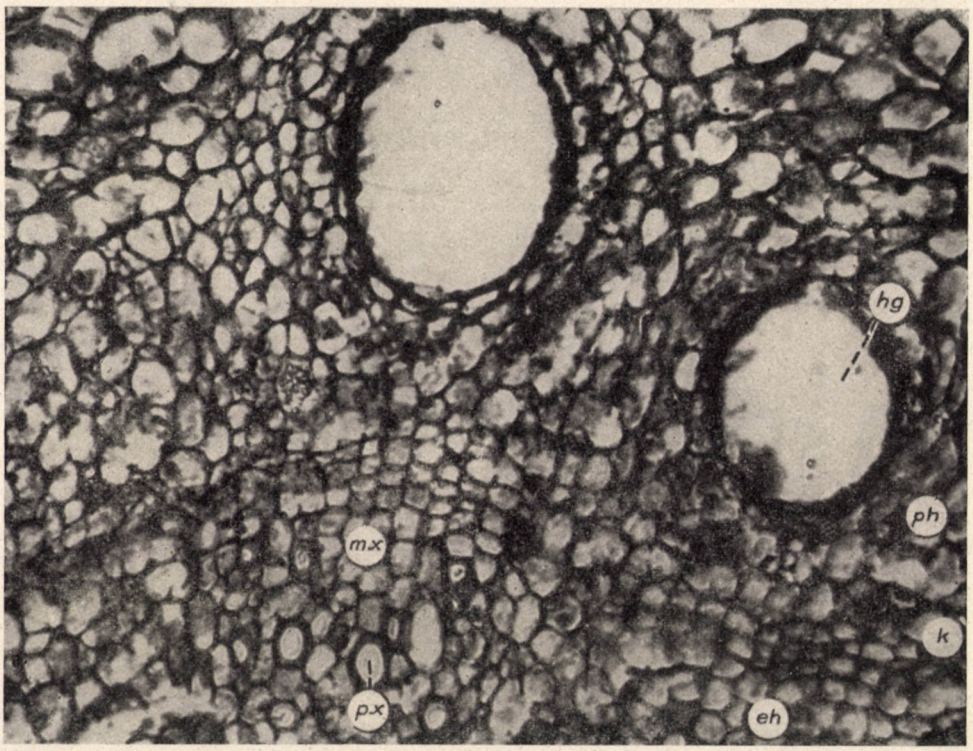


Abb. 14. Differenzierung des primären Xylems (Original). Vergr. 270 ×. ph Phloëm, hg Harzgang, k Kambium, eh in Entstehung befindliche Holzelemente, mx Metaxylem, px Protoxylem

In der Literatur fanden sich über die sprossbürtige Wurzelbildung folgende Angaben :

VAN DER LEK (47) führte an den holzigen Stecklingen von *Populus*, *Salix*, und *Ribes nigrum*, SANDISON (33) an *Lonicera japonica* und WOLFE (49) an *Cotoneaster dammeri* Versuche und histologische Untersuchungen im Zusammenhang mit ihrer sprossbürtigen Wurzelbildung durch. Der Gegenstand ihrer Untersuchungen war in jedem einzelnen Fall ein einjähriger holziger Steckling. VAN DER LEK wies darauf hin, dass die adventiven Wurzeln an den von ihnen untersuchten holzigen Stecklingen histologisch präformiert sind und dass den primären Markstrahlen eine entscheidende Bedeutung bei ihrer Ausgestaltung zukommt. SANDISON stellte bei *Lonicera japonica* fest, dass die Rinde an der Blattbasis ihren meristematischen Charakter beibehalten hat und dass sie imstande ist, hier eine sich nicht verzweigende, kräftige Wurzel in mesogener Weise zu bilden. Laut WOLFE geht an den einjährigen holzigen Stecklingen von

Cotoneaster dammeri die Wurzel von der Teilung des zwischen den Blattspurbündeln und der Knospenbasis befindlichen Parenchyms aus.

Die an *Cotinus* gemachten Beobachtungen führten zu einem mit den Untersuchungen von WOLFE übereinstimmenden Ergebnis. Ein Unterschied besteht insofern, als es sich hier nicht um einjährige, sondern um mehrjährige holzige Teile handelt, und nicht um Stecklinge, sondern um Sprosse, die mit dem Stengel zusammenhängen.

Als Endergebnis der hier geschilderten Untersuchungen lässt sich letztlich folgendes aussagen :

Auf die Frage, in welchem Alter die Teile imstande sind, Wurzeln zu entwickeln, wurde festgestellt, dass am erfolgreichsten die jungen, 3—4 jäh-

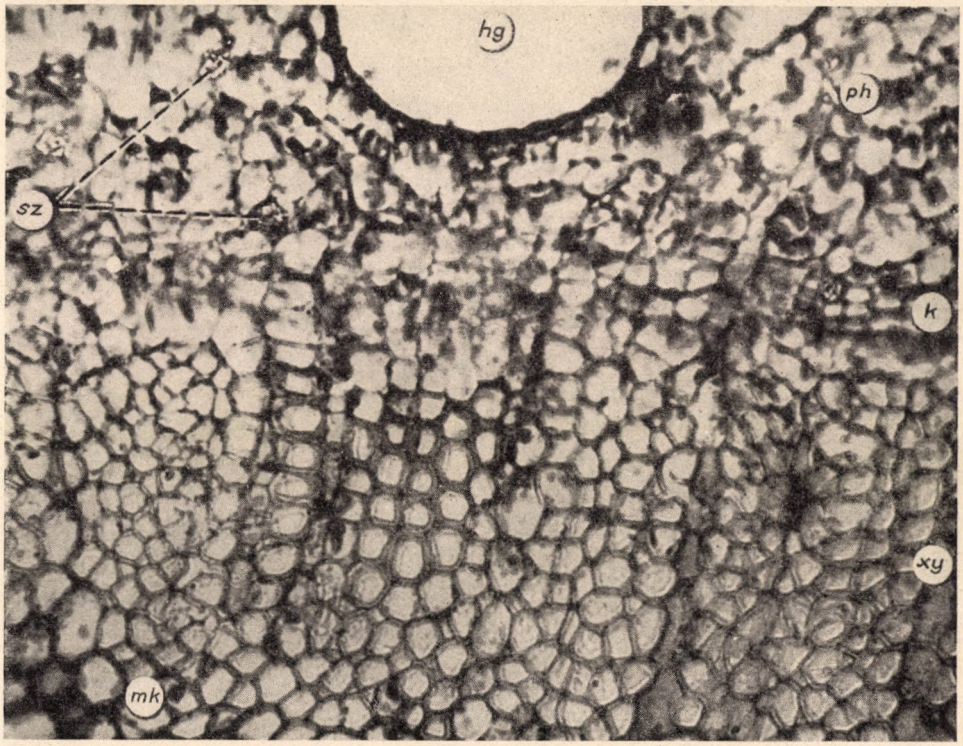


Abb. 15. Ausbildung des sekundären Xylems (Original). Vergr. 270 ×. hg Harzgang, ph Phloëm, sz Steinzellen, k Kambium, xy Xylem, mk Markkrone

rigen Teile Wurzeln schlagen. Die Zeitdauer der Wurzelbildung beträgt in dem Falle, wo sich die plagiotropen Sprosse der Pflanze unabhängig von äusseren Einwirkungen auf den Boden hinabneigen, ein volles Jahr. Wird dieser Zustand künstlich hervorgerufen, so tritt die Wurzelbildung bereits nach 6 bis 8 Wochen ein, wie dies auch aus den in Balatonarács, am ursprünglichen Standort ausgeführten Versuchen hervorging. Die Wurzelbildung ist zur Zeit der stärksten

Sprossentwicklung, im Mai, am intensivsten. Wenn aber diese Wurzeln nicht genügend erstarken können, gehen sie während der sommerlichen Trockenheit bald zugrunde. Auch im Herbst wurde eine Wurzelbildung beobachtet. In dieser Jahreszeit bildet zwar die Pflanze weniger Wurzeln aus, doch überwintern diese unter der für diesen Prozess günstigeren Laubdecke.

Zur Herstellung von einfachen holzigen Stecklingen erwies sich *Cotinus* als ungeeignet, weil überhaupt keine Wurzelbildung erfolgt. Das Ausbleiben

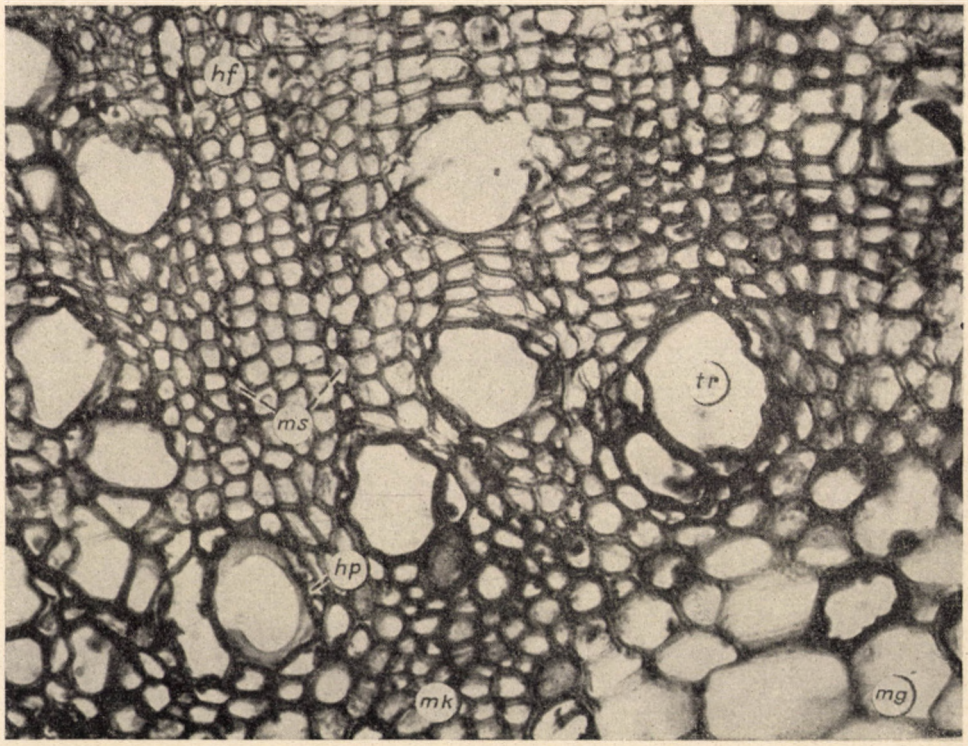


Abb. 16. Ausbildung von Holzfasern und von Gefässen mit weitem Lumen (Original). Vergr. 270 ×. tr Trachee, hf Holzfasern, ms Markstrahlen, hp Holzparenchym, mk Markkrone, mg Markgewebe

der Wurzelbildung kann auf mehrere hemmende Faktoren zurückgeführt werden.

So ist *Cotinus* eine Pflanze, die in natürlicher Umgebung unter trockenen Verhältnissen gedeiht, so dass ihre Gewebe sehr bald ihren meristematischen Charakter verlieren und sich zu Dauergeweben umwandeln.

Laut der obigen Literaturangaben ist die Hauptbedingung einer günstigen Wurzelbildung der Holzgewächse, dass die Ausbildung der primären Mark-

strahlen im Stamme intensiv sei. Da die primären Markstrahlen von *Cotinus*, die eigentlich die Ausgangsstellen der Wurzelbildung zu sein hätten, sehr schmal sind, kann eine von den Markstrahlen ausgehende Bildung von sprossbürtigen Wurzeln überhaupt nicht vorkommen. Längs der Rindengrenze, wo die Teilung ebenfalls einsetzen könnte, häuft sich eine grosse Menge Gerbsäure an. Die sprossbürtige Wurzel bildet sich bei *Cotinus* aus dem an der früher erwähnten bestimmten Stelle befindlichen Parenchym aus, und dieser Gewebeteil enthält

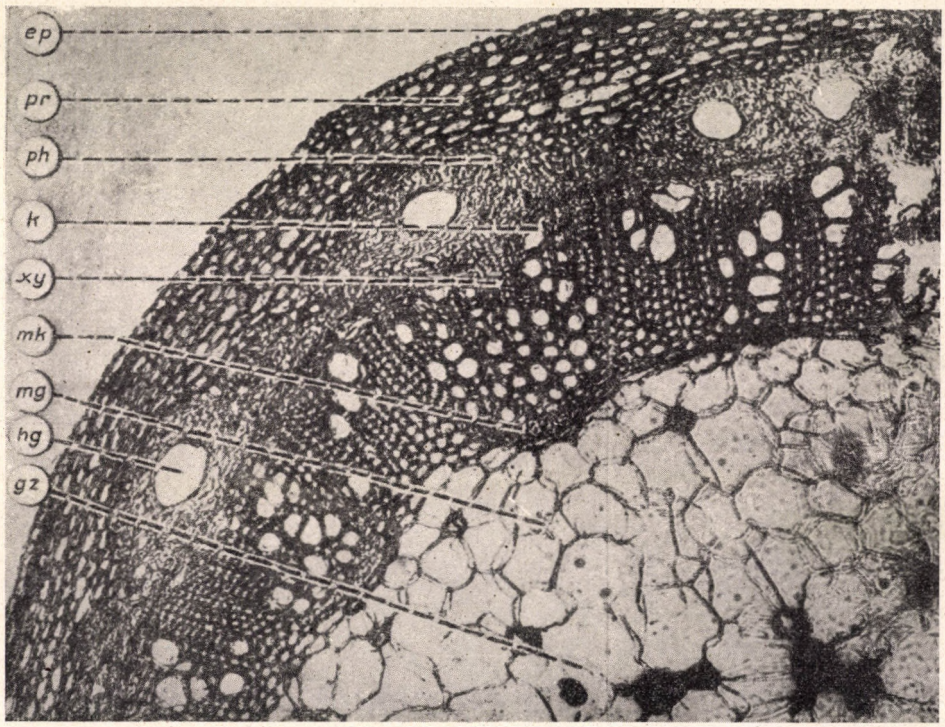


Abb. 17. Querschnitt eines einjährigen Sprosses (Original). Vergr. 144 ×. ep Epidermi, pr primäre Rinde, ph Phloëm, k Kambium, xy Xylem, mk Markkrone, mg Markgewebes, hg Harzgang, gz gerbsäurehaltige Zellen

niemals Gerbsäure. Es darf daher angenommen werden, dass die Gerbsäure hemmend auf die Teilung der Gewebe wirkt.

Ältere, bereits mit Wurzeln ausgestattete Zweigteile sind, wenn man sie zu 8 bis 10 cm langen Steckligen zerstückelt, gleichfalls nicht für Vermehrungszwecke geeignet. Der Grund hierfür düfte histologisch folgender sein :

An den Stecklingen schlagen die ruhenden Knospen aus und die in den Stecklingen, in der Umgebung der Knospen aufgespeicherten Nährstoffe werden zur Entwicklung der grünen Sprosse aufgebraucht. Da der holzige Steckling

nicht mehr zu neuen Nährstoffen gelangen kann, was zum Anstoss für die Teilung der Gewebe unbedingt notwendig wäre, so ist er auch nicht imstande, neue Organe, also Wurzeln zu entwickeln. In diesem Falle hat die Entstehung des Sprosses den Vorzug vor der Wurzelbildung der adventiven Teile. In der Knospe ist nämlich das primäre Meristem im Ruhezustand bereits vorhanden, während zur Bildung der sprossbürtigen Wurzel zuerst die Entwicklung eines sekundären Meristems notwendig ist. Bei Stecklingen werden die angehäuften Reservenährstoffe vollständig zur Bildung des sich leichter und früher entwickelnden

Abb. 18. Plagiotroper Spross mit sprossbürtigen Wurzeln

grünen Sprosses aufgebraucht. Eine zur Bildung eines neuen Meristems notwendige Nährstoffmenge ist aber im holzigen Steckling nicht vorhanden und dieser ist auch gar nicht imstande, eine solche bereitzustellen.

LITERATUR

1. Artschwager, E.: 1950. The Time Factor in the Differentiation of Secundary Xylem and Phloem in Pecan. American Journal of Botany. **37.** S. 15–24.
2. Carlson: 1929. Origin of Adventitious Roots in Coleus Cuttings. Botanical Gazette. **87.** S. 110–126.
3. Carstens, C.: 1931. Das Dickenwachstum der Gymnospermen und holzigen Dikotyledonen. — Beihefte zum Botanischen Zentralblatt. I. Ab. **48.** S. 97–113.

4. CONARD—ZIMMERMANN : 1931. The Origin of Adventitious Roots in Cuttings of Portulaca oleracea. — Contributions Boyce Thomps. Institut. (im Ref.)
5. ESAU, K. : 1943. Origin and Development of Primary Vascular Tissues in Seed Plants. — Botanical Review. **9.** S. 125—206.
6. ESAU, K.—CHEADLE, V. I.—GIFFORD, E. M. : 1953. Comparative Structure and Possible Trends of Specialisation of the Phloem. American Journal of Botany. **40.** S. 9—17.
7. FILARSZKY, N. : 1911. Növénymorphologia. (Pflanzenmorphologie. Nur ungar.)
8. FOSTER, A. S. : 1939. Structure and Growth of the Shoot Apex of Cycas revoluta. — American Journal of Botany **26.** — S. 372—385.
9. FOSTER, A. S. : 1940. Further Studies on Zonal Structure and Growth of the Shoot Apex of Cycas revoluta Thunbg. — American Journal of Botany. **27.** S. 487—501.
10. FOSTER, A. S. : 1941. Zonal Structure of the Shoot Apex of Dioon edule Lindl. — American Journal of Botany. **28.** S. 557—564.
11. FROST : 1931. Specialisation in Secundary Xylem of Dicotyledons. — Botanical Gazette. **91.** S. 88—96.
12. GIFFORD, E. M. : 1950. The Structure and Development of the Shoot Apex in Certain Woody Ranales. — American Journal of Botany. **37.** S. 595—611.
13. GRAEVENITZ, L. : 1913. Über die Wurzelbildung an Steckholz. Jena (im Ref.).
14. GREGUSS, P. : 1945. A középeurópai lomblevelű fák és cserjék meghatározása szövettani alapon. Budapest.
14a. GREGUSS, P. : 1945. Bestimmung der mitteleuropäischen Laubhölzer und Sträucher auf xylotomischer Grundlage. Budapest.
15. GRIFFITH, M. : 1952. Structure and Growth of the Shoot Apex in Araucaria. — American Journal of Botany. **39.** S. 253—263.
16. GUTTENBERG, H. : 1940. Der primäre Bau der Angiospermenwurzel. (LINSBAUER, K. : Handbuch der Pflanzenanatomie.)
17. GUTTENBERG, H. : 1952. Lehrbuch der allgemeinen Botanik. 3. Aufl.
18. HALMAI, J. : 1935. A Centaurium umbellatum Gilib szára szöveteinek fejlődése. — Die Entwicklung der Gewebe des Stammes bei Centaurium umbellatum Gilib. — Botanikai Közlemények. **32.**1935. S. 115—123.
19. HEGEDÜS, Á. : 1944. A szállítónyalábok futása néhány kétszikű növény levélnyelében. — The Course of the Vascular Bundles in the Petiole of Some Dicotyledonous Plants. — Borbásia. **5—7.** S. 79—86.
20. HEGEDÜS, Á. : 1954. A Tilia pseudorubra hajtásának szövetfejlődéséről. — Über die Gewebeentwicklung der Tilia pseudorubra-Sprösslinge. — Botanikai Közlemények **45.** S. 221—225.
21. HEGEDÜS, Á. : 1954. Die Differenzierung der Meristeme im Sprossvegetationskegel. — Acta Botanica. Hung. **1.** S. 47—59.
22. HEGEDÜS, Á. : 1949. Is there a Correlation between Leaf Arrangement and the Manner of Ontogeny of the Conductive Tissues of Stems? — Botanical Gazette **110.** S. 593—599.
23. HEGEDÜS, Á. : 1943. Szövetfejlődéstani és összehasonlító szövettani vizsgálatok a Solanum dulcamara és a Lycium halimifolium szárán — Histologisch-entwicklungsgeschichtliche und vergleichende anatomische Untersuchungen am Stengel von Solanum dulcamara und Lycium halimifolium. — Botanikai Közlemények. **40.** S. 310—339.
24. HELM, W. : 1939. Untersuchungen über die Differenzierung der Sprossscheitelmeristeme von Dikotylen unter besonderer Berücksichtigung des Procambiums. — Planta **15.** S. 105—191.
25. JOST, L. : 1901. Über einige Eigentümlichkeiten des Cambiums der Bäume. — Botanische Zeitung. I. 1. S. 1—24.
26. KORODY, E. : Studien am Spross-Vegetationspunkt von Abies concolor, Picea excelsa und Pinus montana. — Beiträge zur Biologie der Pflanzen. **25.** S. 23—59. (Im Ref.)
27. KOSTYTSCHEW, S. : 1924. Der Bau und das Dickenwachstum der Dikotylenstämme. — Beihefte zum Botanischen Zentralblatt. **40.** S. 295—350.
28. KÜNSTER, E. : 1939. Sekundäres Dickenwachstum : Holz und Rinde. Berlin.
29. METCALFE, C. R.—CHALK, L. : 1950. Anatomy of the Dicotyledons.
30. POPHAM, A.—CHAN, A. : 1950. Zonation in the Vegetative Stem Tip of Chrysanthemum morifolium Bailey. — American Journal of Botany. **37.** S. 476—483.
31. ROUFFA, A. S.—GUNCKEL, J. E. : 1951. A Comparative Study of Vegetative Shoot Apices in the Rosaceae. — American Journal of Botany, **38.** S. 290—300.
32. RÖSLER, P. : Histologische Studien am Vegetationspunkt am Triticum vulgare. — Planta. V.
33. SANDISON : 1934. The Rooting of Cuttings of Lonicera japonica. — New Phytologist. **33.** (Im Ref.)

34. Sárkány, S. : 1938. A fák összehasonlító szövettani vizsgálata külföldön és hazánkban. — Die histologische Untersuchung der Holzarten im Auslande und in Ungarn. — Botanikai Közlemények. **35**. S. 296—309.
35. Sárkány, S. : 1934. A szállítószövetrendszer kifejlődése a Ricinus communis szárában. — Die Entwicklung des Leitungssystems bei Ricinus communis. — Botanikai Közlemények. **31**. S. 185—210.
36. Sárkány, S. : 1937. Szövetfejlődéstani vizsgálatok az Aristolochia sipho szárában. — Histologisch-entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen im Stengel der Aristolochia sipho. — Botanikai Közlemények. **34**. S. 120—140.
37. Sárkány, S. : 1939. Xylotomiai vizsgálatok. (Adatok a hazai lombos fák és cserjék szövettani meghatározásához.) — Xylotomische Untersuchungen. Beiträge zur histologischen Bestimmung der heimischen Laubbäume und Sträucher. — Botanikai Közlemények. **36**. S. 45—72.
38. Schmidt, A. : 1924. Histologische Studien an phanerogamen Vegetationspunkten. — Botanisches Archiv. **8**. S. 345—404.
39. Schüepp, O. : 1926. Die Meristemen. (Linsbauer, K. : Handbuch der Pflanzenanatomie.)
40. Simon, L. : 1908. Experimentelle Untersuchungen über die Differenzierungsvorgänge im Callusgewebe von Holzgewächsen. — Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik. **45**. S 351.
41. Solereder, H. : 1899. Systematische Anatomie der Dicotyledonen.
42. Soó, R.—Jávorka, S. : 1951. A magyar növényvilág kézikönyve (Handbuch der ungarischen Pflanzenwelt. Nur ungar.).
43. Tobler, F. : 1939. Die mechanischen Elemente und das mechanische System. Berlin.
44. Troll, W. : 1939. Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen.
45. Troll, W.—Weber, H. : 1949, 1951, 1953. Morphologie, einschliesslich Anatomie. — Fortschritte der Botanik, **12.**, **13.**, **14**.
46. Ursprung, A. : 1950. Untersuchungen über das exzentrische Dickenwachstum an Stämmen und Ästen. — Beihefte zum Botanischen Zentralblatt. **19**. S. 213.
47. Van der Lek, H. A. A. : 1930. Anatomical Structure of Woody Plants in Relation to Vegetative Propagation. International Horticultural Congress. London, Report and Proceedings. S. 66—76.
48. Wisselingh : 1926. Beiträge zur Kenntnis der inneren Endodermis. — Planta.
49. Wolfe : 1934. Origin of Adventitious Roots in Cotoneaster dammeri. — Botanical Gazette. **95**.

ГИСТОГЕНЕЗ ПЛАГИОТРОПНЫХ ПОБЕГОВ СКУМПИЯ (COTINUS COGGYGRIA SCOP.) И СПОСОБ ИХ УКОРЕНЕНИЯ

Й. ГЁРГЕНЬИ-МЕСАРОШ

Резюме

Исследования автора состоят из двух частей. Она с одной стороны занимается гистогенезом плагиотропных побегов, а с другой стороны излагает способ укоренения этих побегов.

Относительно конуса нарастания и образования первичной меристемы ею было установлено следующее :

В конусе нарастания хорошо можно различать тканевые области корпускулы и оболочки. Делящаяся антиклинальными стенками оболочка в каждой фазе развития, то есть как в период покоя, так и в вегетационном периоде, состоит из однослойных клеток.

Деление исходит из группы инициальных клеток в середине конуса нарастания под оболочкой. Из этой центральной клеточной группы 1. отшнуровываются в направлении к поверхности инициальная клетка оболочки ; 2. в направлении же к периферии отделяются два клеточных ряда, причем из внешнего ряда клеток возникают клетки коры, в то время как из внутреннего ряда клеток образуются клетки прокамбия ; 3. во внутреннем направлении от центральных инициальных клеток в оси стебля дифференцируется сердцевинная меристема. В период покоя в конусе нарастания хорошо можно различить оболочку и корпускул, однако, в оболочке нельзя наблюдать направлений деления. Она показывает гомогенное строение тканевой области.

Проводящие ткани образуются из прокамбиальных тяжей, возникающих в меристематическом кольце. Прокамбиальные тяжи дифференцируются в основании листьев

и проходят из этого места в верхнем направлении в лиственный черешок, а вниз — в стебель. Исследования автора доказывают базипетальное образование прокамбиальных тяжей скумпии. В прокамбиальных тяжах сперва дифференцируются смоляные ходы, а затем протоксилемные элементы. Прокамбиальные смоляные ходы схизогенного происхождения, однако, при дальнейшем развитии они расширяются путем лизигена.

После образования межпучкового камбия камбиальное кольцо исполняет единую функцию и порождает как в пучковых, так и в межпучковых частях большое количество древесины с небольшим количеством сосудов. В начальной фазе развития преобладает размножение элементов луба, но после образования камбиального кольца порождение древесины становится более интенсивным.

Наблюдался периодический рост побегов начиная с ранней весны до поздней осени, чтобы установить влияние их роста на образование корней из побегов. На основании этой серии исследований автор устанавливает, что сильный рост побегов в высоту начинается в начале апреля, и продолжается до середины июня, до времени полного расцвета. Дальнейшее развитие характеризуется утолщением и одревеснением. Ткани весьма скоро укрепляются и быстро теряют свой меристематический характер. Относительно содержания дубильной кислоты в клетках коры автор устанавливает, что эта часть ткани в молодом возрасте также содержит дубильную кислоту, однако, после окончания роста в высоту содержание дубильной кислоты все повышается вплоть до окрашивания листьев.

Исследование укоренения плагиотропного побега

Пригибающиеся к почве ветви со временем покрываются листьями и перегноем, что способствует их укоренению. Соответственно характеру ксерофитных растений развивающиеся таким путем корни весьма редкие и маловетвистые.

Корни пробиваются всегда около почек. Первостепенным условием укоренения является, чтобы на побегах имелись спящие почки. Экспериментами автора доказано, что если удалить почки, образование адвентивных корней не состоится. Первые корни на побеге появляются на основании листьев, непосредственно над срединным нервом. После появления первого корня вследствие благоприятного снабжения питательными веществами побег набухает в узле и возникает комок. Впоследствии из этой набухшей части не только под почкой, но и вокруг нее могут пробиться несколько корней.

В связи с гистогенезом молодого побега автор устанавливает, что у выхода срединного нерва наблюдается образование паренхимной ткани большого размера, богатой крахмалом. Эта паренхима расширяется, увеличивается из года в год. Образованию корней непременно должно предшествовать образование этой тканевой части, накопляющей питательные вещества.

При естественных условиях успешнее всего укореняются молодые 3—4-летние части. Длительность укоренения, если плагиотропные побеги растения пригибаются независимо от внешних воздействий к почве, — 1 год. Если же вызвать это состояние искусственным путем, то укоренение происходит уже по истечении 6—8 недель. Для производства гладких деревянистых черенков скумпия (**Cotinus coggygria Scop.**) не оказалась пригодной, так как образование корней вовсе не состоится. Отсутствие корнеобразования можно отнести к различным препятствующим факторам.

В его естественной среде это растение развивается в сухих условиях, и поэтому его ткани скоро теряют свой меристематический характер. Вдоль перицикла, где образование придаточных корней вдоль сердцевинных лучей могло бы возникнуть, наблюдается накопление большого количества дубильной кислоты. Автор предполагает, что дубильная кислота также оказывает задерживающее действие на деление тканей.

Более старые, уже укоренившиеся части ветвей, разрезанные на черенки длиной в 8—10 см, также не пригодны для вегетативного размножения. По мнению автора это обуславливается тем, что на этих черенках спящие почки прорастают, вследствие чего накопленное в области почек питательное вещество используется для развития зеленых побегов. Ввиду того, что деревянистый черенок не может получить новых питательных веществ, необходимых для начала деления тканей, то он не в состоянии развивать новых органов, то есть корней. В этом случае возникновение побегов имеет преимущество над корнеобразованием придаточных частей.

В почке первичная меристема уже налицо в состоянии покоя, в то время как для возникновения придаточного корня необходимо сперва образование вторичной меристемы. В случае черенка, накопленное питательное вещество полностью используется для образования легче и раньше развивающегося зеленого побега. Питательных веществ же, необходимых для возникновения новой меристемы, в деревянистом черенке не имеется, и черенок не в состоянии их производить.

LA SUBSTANCE DE CROISSANCE DU MAÏS LAITEUX

Par

B. GYŐRFFY, G. RÉDEI et MME G. RÉDEI

Institut de Génétique de l'Académie des Sciences de Hongrie

(Reçu le 2. IV. 1955)

L'extrait laiteux du maïs stimule notablement la croissance des embryons de céréales immatures excisés, ainsi que la prolifération des tissus de carotte cultivés in vitro. Le précipité de NEUBERG — KERB, respectivement les fractions traitées au butanol et à l'éther agissent plus favorablement sur la croissance de l'embryon et des tissus que l'extrait cru. Ce sont probablement les 20 substances positives à la ninhydrine, démontrées par la chromatographie de partage sur papier et dont 18 ont pu être identifiées avec les acides aminés qui jouent le rôle le plus considérable dans la stimulation de la croissance. La teneur en acide indol-acétique revêt également une importance significative. Le facteur de croissance du maïs laiteux semble être analogue ou identique à la substance active du lait de coco.

Introduction

L'idée de cultiver des embryons isolés sur des extraits d'origine végétale n'est pas nouvelle. Ainsi en 1907 STINGL (30) au cours des recherches sur la transplantation des embryons de céréales avait déjà observé que dans certains cas les embryons se développent mieux sur des endospermes d'une autre espèce. Néanmoins, l'utilisation des extraits végétaux pour les cultures d'embryons ne prit une plus grande extension qu'en 1941, respectivement en 1942, lorsqu' OVERBEEK et al. (31) annoncèrent que la culture des embryons de *Datura* d'une longueur de 0,15 mm devient possible si on ajoute du lait de coco au milieu nutritif. En 1944, les mêmes auteurs rapportent avoir réussi à enrichir 170 fois cette subtance de croissance de l'embryon. Ils avaient aussi entrepris des recherches sur l'action des extraits de malt, de blé, de maïs, d'amande, de banane, etc.

KENT et BRINK (14) trouvent que le jus de tomates mûres exerce une influence particulièrement favorable sur la croissance des embryons, ZIEBUR et BRINK (34) remarquent que l'endosperme de l'orge, aussi bien que son dialysat contiennent des substances actives non seulement à l'égard des embryons de l'orge, mais aussi à l'égard des embryons d'autres espèces. Par contre, les résultats obtenus avec le lait de coco filtré par Seitz, avec les extraits de malt,

de pommes de terre, de pois, de haricots et de maïs saccharain se sont montrés négatifs.

Nous connaissons l'action favorable, sur les microorganismes, des extraits préparés à partir des différentes graines de céréales. En 1940 et 1941 ROBBINS (27) avait déjà trouvé dans les caryopses de maïs la substance Z qui stimule la croissance de Phycomyces, et il l'avait séparé en Z_1 et Z_2. Il identifie la première avec l'hypoxanthine et considère la deuxième comme un mélange d'acides aminés.

En 1948 CAPLIN et STEWARD (5, 6) démontrent que la substance de croissance du lait de coco qui provoque la croissance de l'embryon, agit aussi favorablement sur la croissance des tissus de carotte cultivés in vitro. CAPLIN et STEWARD (5) observent qu'un échantillon de lait de maïs liophylisé exalte aussi notablement l'accroissement des cultures de tissus. Depuis ce temps là, l'usage du lait de coco dans la culture des différents tissus végétaux se répand rapidement (8, 17, 23 etc.).

En 1951 NÉTIEN et al. (21) rapportent également que dans un milieu additionné de lait de maïs, la croissance des souches de tissus de carotte de Gautheret se montre extrêmement favorable. Plus tard ils démontrent que le lait de maïs stimule plus sensiblement la croissance des cultures des tissus de topinambour que le lait de coco, et ils établissent que l'action stimulante n'est pas seulement en rapport avec la teneur en acide indol-acétique.

Se basant sur des expériences de fractionnement (19), ils envisagent la présence de deux facteurs de croissance, toutefois ils ne réussissent ni à les rendre plus actifs, ni à les identifier. Le texte de leur conférence, tenue en 1954 au Congrès de Briançon (20), nous est parvenu après la réalisation de nos expériences, au cours de l'assemblage de nos résultats.*

Par la suite ils ont, au moyen d'adsorption sur résine synthétique, préparé une fraction active du dialysat de lait de maïs. Dans la substance adsorbée, qui a provoquée une forte prolifération, ils ont réussi à déceler des acides aminés. Tout de même dans les cultures des tissus de carotte le dialysat traité à l'éther s'est montré d'une activité supérieure.

Dès l'année 1950 nous avons commencé l'étude des substances de croissance de l'embryon. Dans le jus de tomate, dans l'extrait des grains laiteux du blé et de l'orge, ainsi que dans celui des jeunes graines de lin nous avons constaté une action stimulante sur la croissance, comparable à celle décelée dans le lait de maïs. De toutes ces substances, c'est le lait de maïs qui s'est montré le plus favorable à l'égard des embryons excisés de pois (GYŐRFFY, donnée non publiée). Il est frappant que dans les cultures d'embryons de céréales le lait de maïs ait provoqué, outre la stimulation de la croissance de l'embryon, une forte prolifération du scutellum.

* Qu'il nous soit permis d'exprimer notre plus vive reconnaissance au Professeur G. NÉTIEN pour l'envoi de son étude.

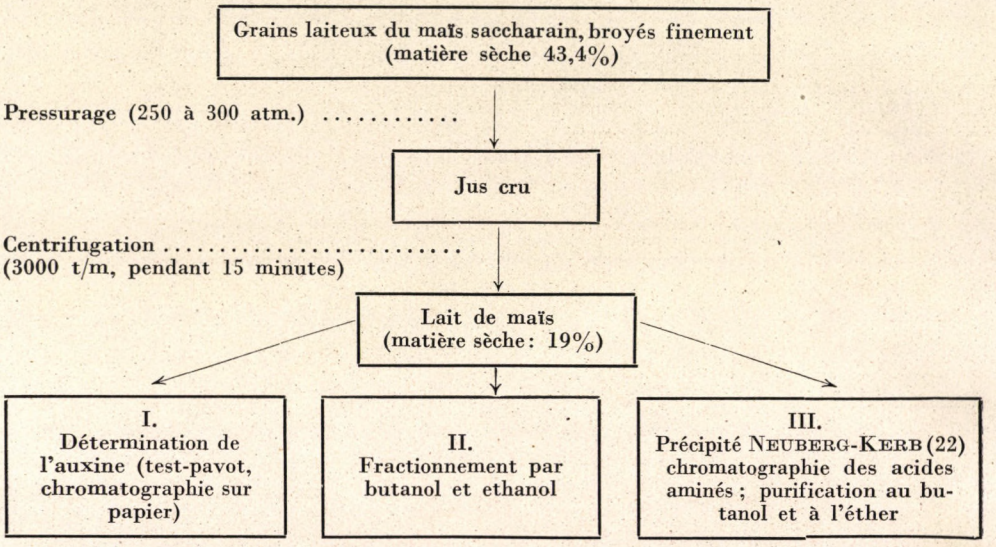
Matières et technique

Culture d'embryons. Nos tests portant sur la substance active contenue dans le lait de maïs ont été réalisés avec des cultures d'embryons et des cultures de tissus. Les embryons des céréales (*Triticum* respectivement *Hordeum*), après la stérilisation des caryopses avec de l'hypochlorite de calcium furent placés sur un milieu de 1 à 5 ml contenant des sels minéraux, 0,8 p. 100 d'agar et 3 p. 100 de saccharose. Le milieu confectionné spécialement dans ce but comporte les éléments suivants : NH_4NO_3 300 mg., $MgSO_4$. 7 H_2O 200 mg., $Ca(H_2PO_4)_2$ 200 mg., KH_2PO_4 200 mg., K_2HPO_4 80 mg., 3 mg. de citrate ferrique ou 10 mg. de $Fe_2(SO_4)_3$ et 1000 ml. de H_2O.

La croissance des embryons a été estimée sur la base du poids frais et du poids sec à l'air, respectivement sur la base de la longueur des pousses et de la plus longue racine.

Culture de tissus. Notre méthode de culture diffère en quelque sorte de celle de l'école GAUTHERET (13), en tant que nos tests ont été effectués avec des tranches cambiales de carotte prélevées chaque fois directement sur la racine, c'est-à-dire avec un ensemencement primaire. La surface des carottes fut stérilisée avec l'antiseptique Ryfen (solution aqueuse : $C_6H_5HgBO_2$) dilué à 1 : 20.000. Nous avons constaté que les tranches d'un poids de 8 à 10 mg. environ sont les plus susceptibles à l'égard de l'action stimulante des substances de croissance. Pour la détermination du poids initial nous avons adopté la pesée — pratiquée sur une balance à torsion — d'un échantillon renfermant vingt explantats de grandeur moyenne, pris au hasard. Au bout de trente jours de culture on détermina le poids frais des fragments de tissus un à un, tandis que le poids sec, après une désiccation jusqu'à constance de poids, fut déterminé collectivement à l'aide d'une balance analytique. Comme milieu nutritif nous nous sommes servis, avec une modification insignifiante, du milieu modifié de White, utilisé par MAUNEY et al. (16). La culture fut réalisée avec quatre fragments par flacons d'Erlenmeyer de 50 ml. contenant un milieu de 10 ml., ou avec une seule tranche dans des tubes contenant un milieu de 1 ml., placés dans un thermostat de 28 à 30°C que nous nous sommes efforcés de saturer de vapeur d'eau. À fin de prévenir l'infection provenant de l'extérieur nous, avons imbibé de Ryfen dilué à 1: 20.000 les tampons en ouate de papier. Nous avons examiné trois échantillons de lait de maïs renfermant différentes matières sèches. La marche du fractionnement est représentée sur le schéma.

Fractionnement du lait de maïs



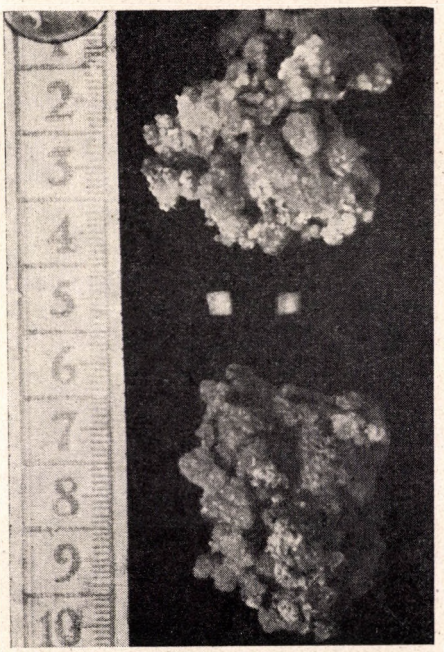
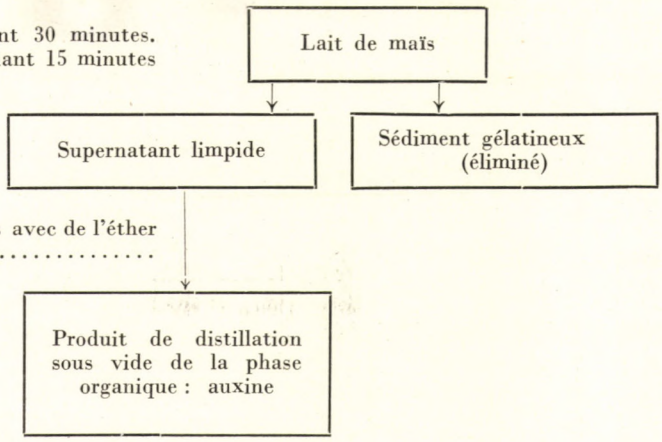


Fig. 1. Croissance des explantats decarotte pendant une culture de 10 semaines sur un milieu additionné de lait de maïs. Les deux petit fragments médiaux représentent la grandeur initiale

Fig. 2. Racines différenciées de cultures de tissus de carotte sur un milieu de lait de maïs

I. Détermination de l'auxine

Échauffage à 100° C pendant 30 minutes.
Centrifugation 3000 t/m pendant 15 minutes



Les auxines extraites trois fois avec de l'éther déperoxydé (15) .....

Déterminations :

a) *Test-pavot* (4)

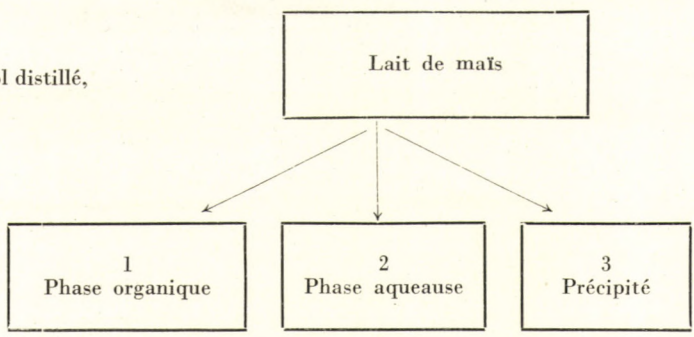
Après une germination préalable de 28 heures les plantules de pavots à radicules de l à 2 mm sont placées sur du papier-filtre dans une boîte de Petri contenant 2 ml de la substance à examiner et maintenues pendant 24 heures à 26° C dans un thermostate. On a aussi utilisé parallèlement une série témoin d'acide indol-acétique p. a. dilué à 10^{-3}—10^{-13} g/ml. La longueur de la racine est mesurée en mm (moyenne de 60 racines par concentration) et comparée au témoin aqueux exprimé en p. 100.

b) *Chromatographie*

La détermination qualitative est effectuée. à l'aide de la méthode Bennet-Clark et al (1, 2). La détermination quantitative est effectuée à base de l'étendue de la tache et de l'intensité de la coloration comparées à une série de dilutions standards.

II. Fractionnement alcoolique

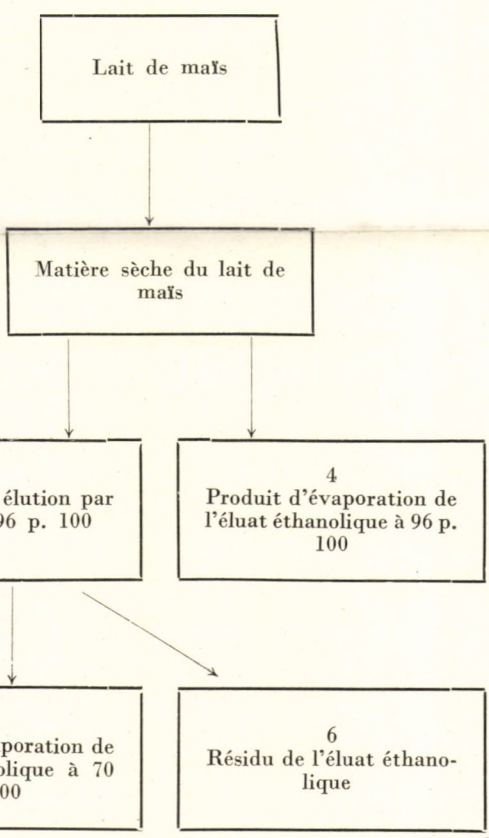
a) *Élution butanolique*
Extraction par le n-butanol distillé,



fractions 1 à 3 après évaporation sont introduites dans le milieu nutritif

b) *Élution éthanolique*

Évaporation sous vide.....

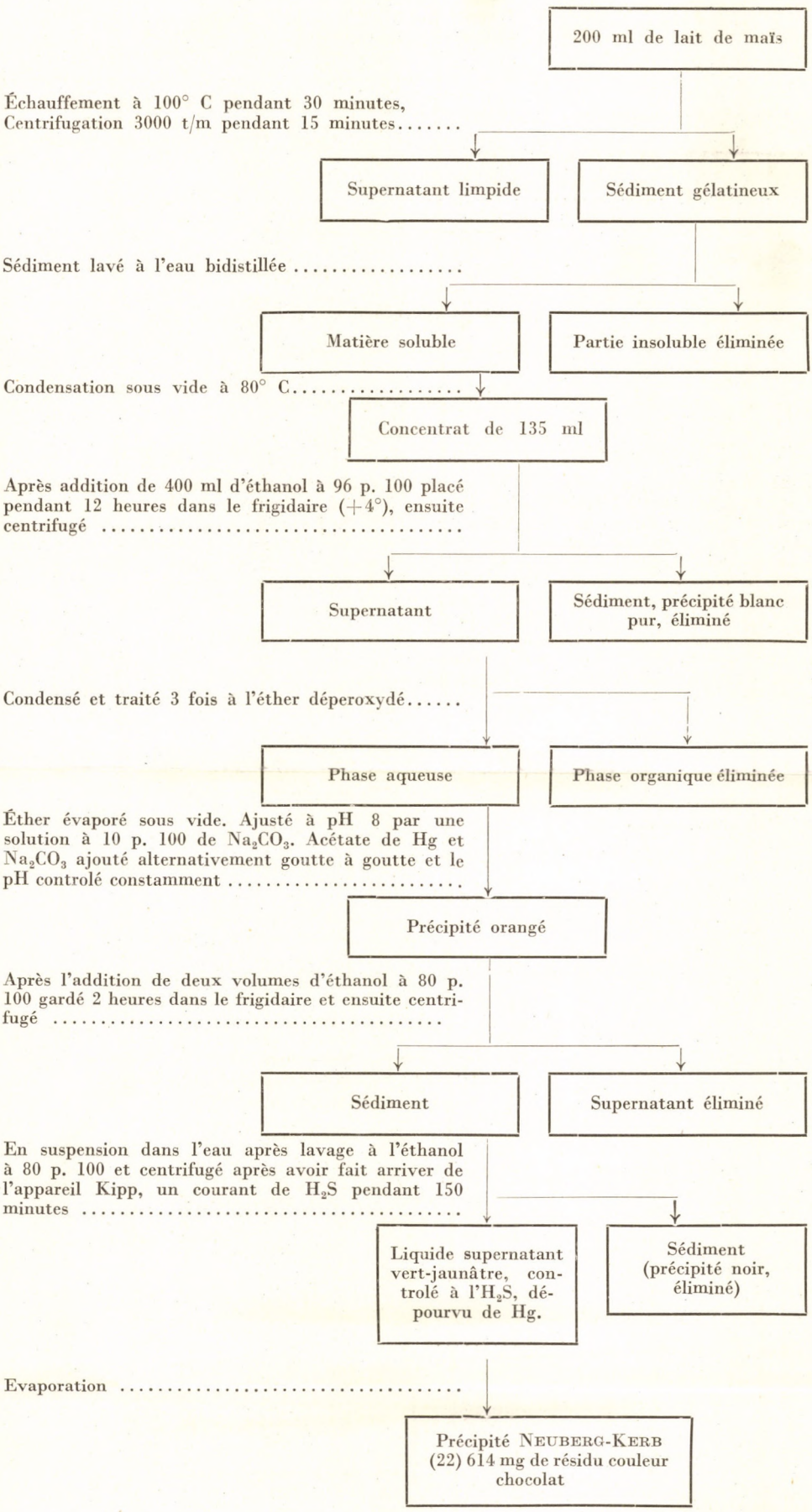


Élution éthanolique à 96 p. 100.....

Élution éthanolique à 70 p. 100.....

fractions 4 à 6 sont introduites dans le milieu nutritif

III. Précipit NEUBERG—KERB

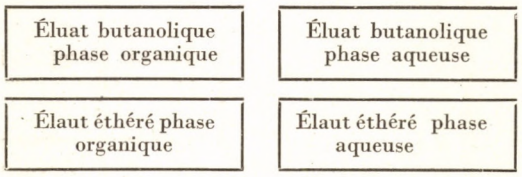


a) *Chromatographie des acides aminés*

1. solvant : i-propanol : acide acétique : eau (7:2:1).
2. solvant : phenol : eau : (8 : 2). Papier : S & S 2043 A. Développement à la ninhydrine.

b) *Purification au butanol et à l'éther*

En traitant l'élution aqueuse de précipité NEUBERG-KERB 3 fois au n-butanol respectivement à l'éther nous avons séparé une phase organique et une phase aqueuse, dont le produit d'évaporation à été ajouté après dissolution au milieu nutritif.



Résultats

Des différences considérables, bien visibles à la fig. 3. se manifestent dans les différents échantillons de maïs. Le premier échantillon contient 22 p. 100 de matière sèche (déterminée avec le réfractomètre) et provient d'hybrides de maïs saccharain (convar. saccharata, sweet corn). Le deuxième échantillon, du maïs dent de cheval (convar. dentiformis, dent corn) pressuré, ren ferme 6,9 p. 100 de matière sèche. Pendant la culture d'une durée de 30 jours, les tranches — selon le témoignage des pesées ont atteint, dans une oncentration optimale de 10 à 20 p. 100 de lait de maïs, 30 à 70 fois leur poids initial. Dans certains cas, après une culture d'une durée de 6 à 8 semaines, des racines atteignant une longueur de plus de 10 cm. se sont différenciées des cultures de tissus.

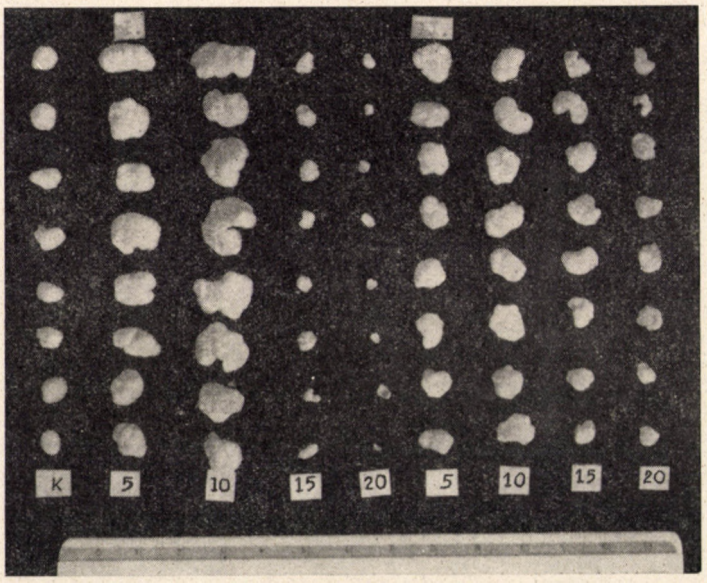


Fig. 3. Croissance des tranches cambiales de la racine de carotte sur l'échantillon de lait de maïs marqué I et II. (Les chiffres sous les lignes montrent le pourcentage de la substance additionnée. (*K* = Témoin)

Le lait de maïs a aussi considérablement stimulé la croissance des embryons de céréale excisés de caryopses immatures. Le tableau 1, respectivement la fig. 4 illustre l'action exercé par le lait de maïs sur la croissance des embryons de *Triticum monococcum.*

Il est remarquable que même la concentration optimale à son égard stimule à peine la croissance des pousses en longueur, et qu'une concentration plus forte agit d'une manière nettement inhibitive. Elle provoque une inhibition particulièrement forte dans la croissance en longeur de la racine. D'ailleurs, on

peut remarquer que même la croissance de la racine est anormale, le scutellum prolifère intensément et dans le milieu additionné de lait de maïs, le nombre des racines est bien plus grand que dans le milieu dépourvu de lait de maïs.

Tableau 1

Action du lait de maïs sur les embryons Triticum monococcum excisés à l'âge de 12 jours. Durée de la culture : 21 jours

Substance additionnée : lait de maïs %	Nombre des plantes	Longueur de pousse		Longueur de racine		Poids frais		Poids sec à l'air	
		cm	%	cm	%	mg	%	mg	%
Ø	14	10,7	100	4,7	100	30,2	100	3,6	100
1	20	9,7	91	3,6	77	35,7	117	7,2	200
2	17	10,4	95	3,5	74	52,5	174	8,4	234
5	12	11,7	109	3,6	77	69,8	234	11,8	328
10	16	7,8	73	1,4	30	79,5	264	13,4	373

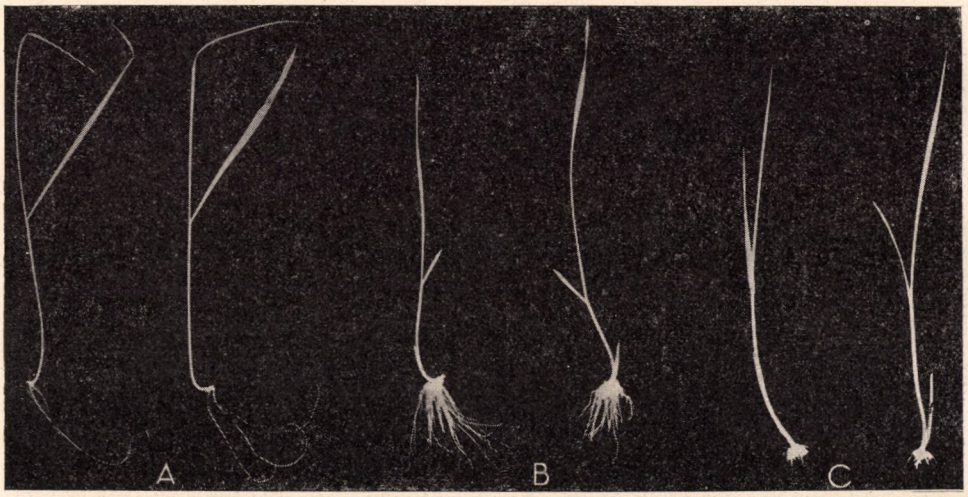


Fig. 4 Quelques types caractéristiques de la croissance de la racine de *Triticum monococcum* cultivée sur (A) milieu nutritif de base ; (B) milieu additionné de lait de maïs a 5 p. 100 ; (C) milieu additionné de lait de maïs à 10 p. 100

Nos expériences sur les cultures d'embryons (25) ont montré que la croissance des embryons peut être stimulée en premier lieu par l'hydrolisat de caséine, respectivement par un mélange d'acides aminés d'une composition bien définie. L'addition d'acide indol-acétique à l'hydrolisat de caséine a fortement augmenté la prolifération des tissus de carotte (fig. 5).

La surface tissulaire dans un milieu additionné d'acide indol-acétique et d'hydrolysat de caséine surpasse même celle croissant dans un milieu renfermant du lait de maïs, mais les pesées montrent, qu'en effet, l'accroissement

Tableau 2

Action de l'hydrolysat de caséine et de l'acide indol-acétique sur l'accroissement des tissus de carotte. Poids initial des explantats : 6 mg

Substance additionnée	Nombre des fragments	Poids frais moyen		Poids sec moyen	
		mg	%	mg	%
Ø	18	36,7	100	5,2	100
0·1 mg/l IAA	15	71,5	195	9,2	177
1000 mg/l HC	20	47,1	128	4,9	94
500 mg/l HC	19	60,1	164	6,8	131
100 mg/l HC	20	55,5	151	7,2	138
1000 mg/l HC + 0·1 mg/l IAA	16	96,3	263	7,8	150
500 mg/l HC + 0·1 mg/l IAA	13	101,4	276	10,0	192
100 mg/l HC + 0·1 mg/l IAA	20	88,0	239	10,2	194
10% lait de maïs	15	115,9	315	14,2	274

HC = hydrolysat de caséine ; IAA = acide indol-acétique

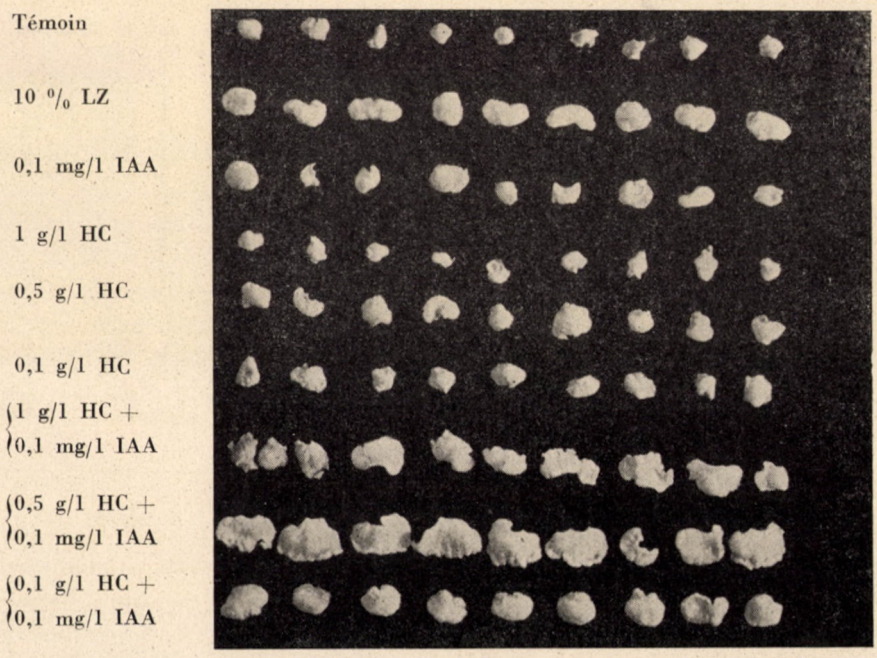


Fig. 5 Croissance des tissus de carotte sur un milieu additionné de lait de maïs, respectivement d'hydrolysat de caséine et d'acide indol-acétique. (LZ = lait de mais ; IAA = acide indol-acétique ; HC = hydrolysat de caséine)

est plus favorable dans le milieu renfermant du lait de maïs que dans ceux, auquels nous avons ajouté de l'hydrolysat de caséine et de l'acide indol-acétique (tableau 2).

Les fractions du lait de maïs

Nous avons isolé du lait de maïs par centrifugation, du supernatant et du sédiment en dénaturant les protéines pendant 30 minutes à une température de 80° C. Nous avons ajouté une quantité de supernatant et de sédiment proportionellement à la quantité contenue dans un supplément de 10 p. 100 de lait de maïs cru. Le résultat du test effectué avec des tissus de carotte représenté dans le tableau 3.

Tableau 3

Action du lait de maïs cru et de celui dénaturé à la chaleur sur l'accroissement des tissus de carotte. Poids frais initial des explantats : 12 mg

Substance additionnée : lait de maïs	Nombre des fragments	Poids frais moyen		Poids sec moyen	
		mg	%	mg	%
Ø	16	38,6	100	5,5	100
10%	12	362,5	940	27,4	498
10% supernatant	16	230,5	598	27,7	504
10% sédiment	8	213,1	552	25,5	464

Le lait de maïs non fractionné a provoqué une croissance plus forte en poids frais que chacune des deux fractions prises séparément. Par égard au poids sec, l'aspect est différent : même séparément l'action des deux fractions s'est approchée de celle du lait non fractionné, et le supernatant a toujours provoqué un accroissement plus important que le sédiment. Des résultats analogues ont été obtenus dans les cultures d'embryons, avec cette seule différence que, comparé au sédiment, le supernatant agit encore plus favorablement sur la croissance des embryons que sur celle des cultures de tissus.

Teneur du lait de maïs en auxine

Nos expériences sur la culture des embryons (25) nous ont convaincus que l'acide indol-acétique de l'ordre de 10^{-6} mg/l agit très favorablement sur la croissance de l'embryon, tandis que l'acide indol-acétique de l'ordre de 10^{-1} mg/l — comme nous le savons par la littérature — stimule fortement la prolifération des cultures de tissus, (tableau 2, et fig. 5).

Nos propres expériences démontrent que la teneur du lait de maïs en auxine libre est excessivement grande. Sur les chromatogrammes nous avons

réussi à démontrer en premier lieu la présence de l'acide indol-acétique dans l'extrait éthéré. Parfois on a aussi décelé la tache de deux autres substances présentes en quantité infime, l'une d'elles était probablement une matière colorante (d'une très grande valeur en R_f), l'autre est apparue sous la tache de l'acide indol-acétique et n'a donné qu'une très faible réaction SALKOWSKI

Nous basant sur les chromatogrammes sur papier et sur les déterminations effectuées avec le test-Papaver, nous avons trouvé que la teneur en auxine libre du supernatant du lait de maïs examiné, est équivalent à 8×10^{-2} mg/l. d'acide indol-acétique.

Nos expériences portant sur la culture des tissus ont montré que dans une solution nutritive renfermant 10 p. 100 de lait de maïs, la croissance s'améliore même si on ajoute de l'acide indol-acétique, bien que la teneur en acide indol-acétique dépasse l'optimum.

Tableau 4

Action corrélative de l'acide indol-acétique et du lait de maïs sur l'accroissement des tissus de carotte. Poids initial des explantats : 12 mg

Substance additionnée	Nombre des fragments	Poids frais moyen		Poids sec moyen	
		mg	%	mg	%
Ø	8	51,6	100	9,7	100
10% supernatant du lait de maïs	8	213,7	569	27,3	281
10^{-7} mg/l IAA + supernat. LZ 10 % ..	8	298,8	579	30,8	318
10^{-5} mg/l IAA + supernat. LZ 10 % ..	12	308,9	599	31,2	322
10^{-3} mg/l IAA + supernat. LZ 10 % ..	8	338,5	656	35,1	362
10^{-1} mg/l IAA + supernat. LZ 10 % ..	12	275,2	533	28,3	292

IAA = acide indol-acétique LZ = lait de maïs

Fractions alcooliques

Si on ajoute à la solution nutritive la quantité des fractions de lait de maïs, traitées soit au butanol soit à l'éthanol, (3 de chaque) égale à celle qui aurait été introduite avec le lait de maïs à 10 p. 100, nous obtenons dans les cultures de tissus de carotte, les résultats figurant dans le tableau 5.

En comparant l'accroissement en poids frais, nous remarquons que la croissance obtenue sur un milieu additionné de lait de maïs cru, ne peut être atteinte avec aucune de ces fractions. Quant à l'accroissement en poids sec des carottes, la phase aqueuse de l'extraction par le butanol et la fraction traitée à l'éthanol sont supérieures au lait de maïs non fractionné.

Tableau 5

Action des fractions alcooliques du lait de maïs sur l'accroissement des explantats de carotte. Poids frais initial des explantats : 8,3 mg

Substance additionnée	Nombre des fragments	Poids frais moyen		Poids sec moyen	
		mg	%	mg	%
Ø	16	37,4	100	5,3	100
Lait de maïs 10 p. 100	12	262,3	701	19,1	360
Phase butanolique	12	111,4	299	12,8	242
Phase aqueuse de l'extraction par le butanol	14	206,4	553	28,4	536
Protéine précipitée au butanol	12	148,2	398	17,9	338
Phase éthanolique	14	133,1	356	16,7	315
Phase à l'éthanol à 70 p. 100	10	201,3	537	23,0	434
Protéine précipitée par éthanol	8	143,3	382	18,5	349

Au moyen de la chromatographie de partage sur papier nous avons démontré dans la phase butanolique la présence d'alanine, de valine, de glycine et de leucine, parmi lesquelles — comme nous l'avons vérifié au cours des expériences antérieures (25) réalisées sur des cultures d'embryons — l'alanine, la valine et la leucine peuvent aussi avoir leur part dans l'inhibition de la croissance.

Précipité NEUBERG—KERB

Nous avons examiné avec des cultures d'embryons ainsi qu'avec des cultures de tissus, l'action que le précipité NEUBERG—KERB du lait de maïs exerce sur la croissance. Les expériences réalisées sur des cultures de tissus montrent (tableau 6), que le précipité NEUBERG—KERB à 1 p. 100 et même celui à 0,1 p. 100 stimule plus vigoureusement l'accroissement en poids frais des tranches de carottes que 10 ou même 20 p. 100 de lait de maïs ajouté au milieu. Par égard au poids sec la situation est différente : un milieu additionné de lait de maïs cru a donné un poids sec notablement plus grand que le précipité NEUBERG—KERB dans n'importe quelle concentration. Néanmoins il est surprenant qu'en poids sec la concentration de 0,01 p. 100 se montre la meilleure. En ajoutant de l'acide indol-acétique de l'ordre de 10^{-1} mg/l. au précipité NEUBERG à 0,1 p. 100, l'activité s'intensifie. Dans tous les cas il a été constaté que le précipité NEUBERG—KERB renferme une susbtance de croissance plus active à l'égard des tissus de carotte, que l'hydrolysat de caséine.

Tableau 6

Action du précipité NEUBERG—KERB sur l'accroissement des tissus de carotte.
Poids initial des explantats : 10 mg

Substance additionnée	Nombre des fragments	Poids frais moyen		Poids sec moyen	
		mg	%	mg	%
Ø	10	30,3	100	5,7	100
10% LZ	10	92,4	302	14,3	251
20% LZ	9	112,2	370	18,1	317
1% HC	9	46,3	154	6,9	121
0,1% HC	10	63,5	208	7,1	125
0,01% HC	10	54,7	179	8,0	140
1% NP	8	155,0	515	9,0	158
0,1% NP	10	125,3	416	9,0	158
0,01% NP	10	98,3	321	12,0	210
0,1% NP + IAA	10	127,1	423	9,5	167

LZ = lait de maïs ; NP = précipité NEUBERG—KERB ;
HC = hydrolysat de caséine ; IAA = acide indol-acétique.

Les résultats des essais effectués avec le précipité NEUBERG — KERB sur des embryons d'orge mûrs sont donnés dans le tableau 7.

Tableau 7

Test du précipité NEUBERG—KERB avec des embryons d'orge mûr

Substance additionnée	Nombre des plantes	Longueur de pousse		Longueur de racine		Poids frais		Poids sec à l'air	
		cm	%	cm	%	mg	%	mg	%
Ø	10	5,3	100	2,6	100	50,1	100	5,3	100
5% lait de maïs	10	6,7	126	1,3	50	77,4	155	9,2	174
0,5% précipité NEUBERG-KERB .	10	10,3	194	1,7	65	107,6	214	10,6	200
1% hydrolysat de caséine	9	8,6	162	4,6	177	153,2	303	13,6	256

La croissance des pousses sur le précipité NEUBERG — KERB a été une fois et demie supérieure à celle obtenue sur du lait de maïs cru à 5 p. 100. La longueur de racines était à peu près identique dans le lait de maïs et dans le précipité NEUBERG — KERB préparé à partir de ce dernier, mais les racines étaient sensiblement plus courtes que sur les milieux de base dépourvus du maïs ou

de ses fractions. Fait remarquable : des racines trois fois plus longues se sont développées sur l'hydrolysat de caséine. Le précipité NEUBERG—KERB stimule mieux l'accroissement en poids frais que le lait de maïs, mais cette stimula-

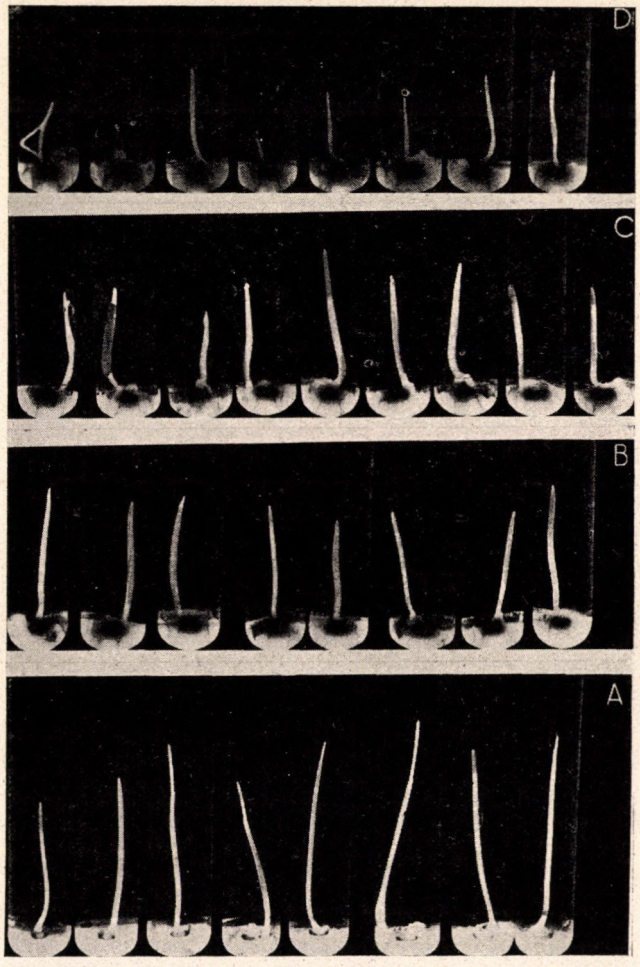


Fig. 6 Embryon d'orge d'une semaine en germination (A) sur du précipité NEUBERG—KERB, (B) sur du lait de maïs, (C) sur de l'hydrolysat de caséine, (D) sur un milieu de base sans aucune addition

tion n'atteint pas l'activité de l'hydrolysat de caséine à 1 p. 100. Par rapport au poids sec à l'air les résultats ont été analogues.

Les aspectes caractéristiques de la croissance sont représentés aux figs. 6 et 7.

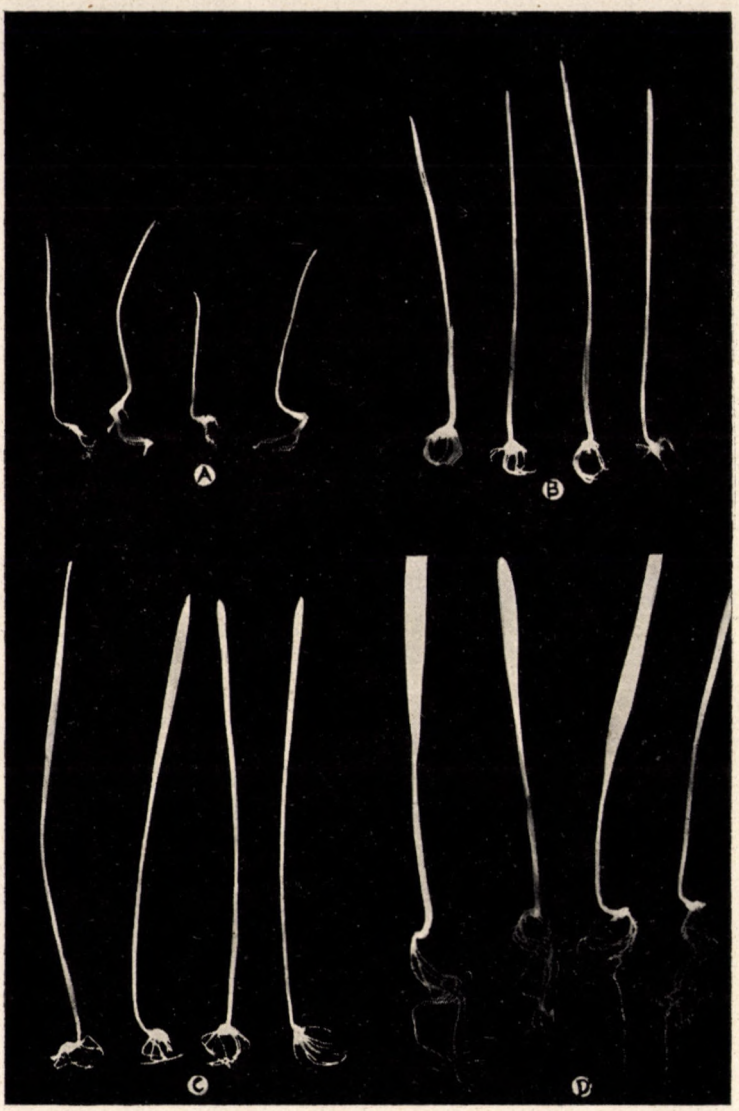


Fig. 7. Embryons d'orge développés après une culture de deux semaines (A) sur du précipité NEUBERG — KERB, (B) sur du lait de maïs, (C) sur de l'hydrolysat de caséine et (D) sur un milieu de base sans aucune addition

Nous avons déterminé par la chromatographie sur papier les acides aminés du précipité NEUBERG — KERB. Nous avons réussi à identifier les acides aminés apparaissant sur le chromatogramme visible à la fig. 8.

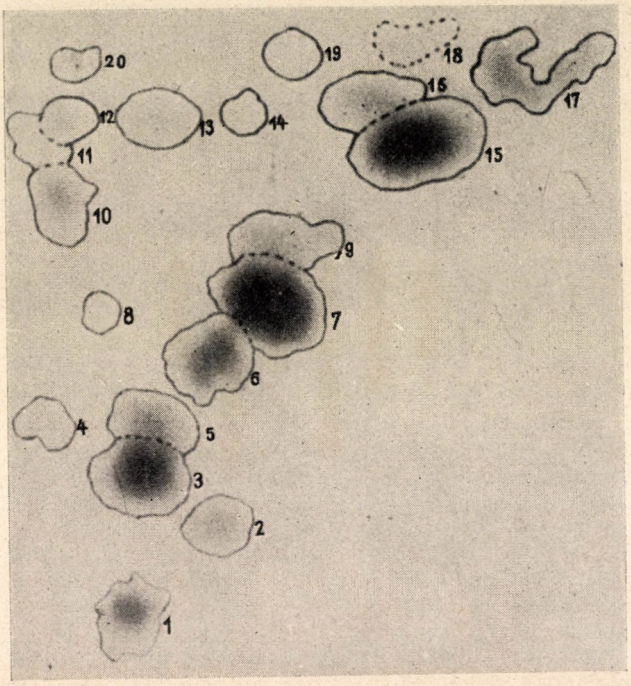


Fig. 8. Chromatogramme des acides aminés déterminés dans le précipité NEUBERG—KERB,

1. cystine
2. acide glutamique
3. sérine
4. acide aspartique
5. glycine
6. thréonine
7. alanine
8. glutamine
9. tyrosine
10. histidine
11. lysine
12. arginine
13. phénylalanine
14. tryptophane
15. valine
16. méthionine
17. leucine (isoleucine)
18. ?
19. proline
20. ?

Purification ultérieure du précipité NEUBERG—KERB

Les expériences réalisées sur les cultures de tissus ainsi que sur les cultures d'embryons ont révélé que l'action stimulante du lait de maïs sur la croissance ne peut se manifester complètement même dans le précipité NEUBERG—KERB en raison des substances inhibitrices inconnues. Les données publiées dans le tableau 5 montrent que le traitement à l'alcool est capable d'accroître l'activité du lait de maïs cru. À cet effet nous avons entrepris de continuer à purifier le précipité NEUBERG—KERB au moyen de l'extraction par le butanol et de l'extraction par l'éther. Avec l'extraction par le butanol nous avons réussi à éluer environ 10 p. 100 de la matière sèche. Dans l'extrait éthéré nous n'avons pas trouvé de matière en quantité mesurable. D'aprés la fig. 9 nous pouvons

établir que l'extraction par l'éther ainsi que l'extraction par le butanol augmentent l'activité du précipité NEUBERG — KERB, ce qui se manifeste en particulier par la croissance des racines. Sur un milieu additionné de précipité

Fig. 9. 1. Action du lait de maïs à 5 p. 100, 2. du précipité Neuberg—Kerb, 3. du précipité NEUBERG — KERB lavé au butanol, 4. du résidu après l'élution butanolique, 5. du précipité NEUBERG — KERB traité à l'éther, 6. du résidu après l'élution à l'éther, sur la croissance en longueur des pousses et de racine des embryons d'orge de deux semaines, si nous prenons pour 100 p. 100 la croissance de pousses et de racine cultivées sur un milieu additionné de lait de maïs

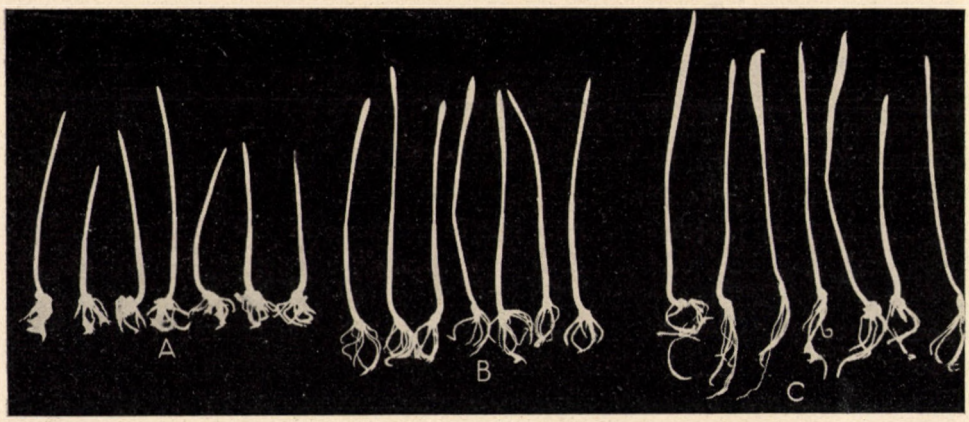


Fig. 10. Embryons d'orge de deux semaines ayant germé (A) sur du lait de maïs, (B) sur du précipité NEUBERG — KERB, (C) sur du précipité NEUBERG — KERB lavé à l'éther

NEUBERG — KERB traité à l'éther la racine de l'embryon de l'orge atteint une longueur double de celle cultivée sur le milieu nutritif renfermant 5 p. 100 de lait de maïs. Cet accroissement est une fois et demie plus grand, même comparé à celui obtenu sur le précipité NEUBERG — KERB original.

L'extraction par le butanol a donné un résultat analogue. Le graphique montre que la longueur de la pousse et de la racine s'est, par suite du traitement à l'éther et au butanol, accrue dans la mesure où les substances inhibi-

trices ont pu être éliminées au moyen des deux solvants. Il nous faut signaler que, les premiers jours de la germination, la substance traitée à l'éther a stimulé notablement le développement des plantules, et que celui-ci ne s'est ralenti qu'au cours de leur croissance ultérieure. Les résultats d'accroissement représentés à la fig. 9 dans un diagramme, sont aussi visibles sur les photographies de la fig. 10.

Discussion

L'action stimulante des divers extraits végétaux sur la croissance a déjà été observée de longue date ; jusqu'ici on n'a toutefois pas réussi à isoler et à identifier exactement la substance active. Il n'est pas facile d'apprécier l'ensemble des essais des différents auteurs, car les divers procédés et tests pourraient difficilement être mis au même diapason. Dans nos essais portant sur la purification de la substance active du lait de maïs nous avons utilisé deux sortes de tests biologiques afin de vérifier s'il s'agit d'une substance de croissance capable de stimuler la croissance végétale en général (prolifération cellulaire, prolifération des substances cellulaires, élongation cellulaire).

À l'égard du test effectué sur des tissus de carotte nous n'avons pas complètement suivi la méthode de l'école GAUTHERET (13). Nous n'avons pas réussi à prélever sur les cultures de repiquage des explantats de grandeur uniforme. Par contre, il a été plus facile d'obtenir à partir du cambium frais des fragments assez petits, d'un poids initial presque identique et — par suite de la réduction de l'erreur standard — des résultats plus significatifs dans les expériences. Les explantats d'un poids inférieur (d'environ 10 mg.) — comme le signale DUHAMET (10) — sont plus susceptibles à l'action de la substance de croissance que celles d'un ordre de grandeur supérieur.

NÉTIEN et al. (21) trouvent que la teneur du lait de maïs en auxine est équivalente à l'acide indol-acétique de l'ordre de 4×10^{-5} g/ml., la teneur en auxine de notre propre lait de maïs, d'une origine toute différente, était à peu près la même ($8{,}10^{-5}$). D'après NÉTIEN et BEAUCHESNE (20) le traitement à l'éther renforce l'action du lait de maïs, probablement par suite de l'élimination d'une partie des auxines. Il nous faut encore signaler que STEWARD et CAPLIN (29) ont observé l'interaction favorable du lait de coco et du 2,4-D. Par rapport à l'acide indol-acétique, dans les cultures de Topinambour et de Scorsonères, DUHAMET (9) confirme les constatations des chercheurs précédents, mais dans les cultures de tissus de carotte il n'a pas réussi à le prouver. En revanche, dans nos expériences il s'est trouvé que l'action du lait de maïs, ainsi que celle du précipité NEUBERG—KERB préparé à partir de ce dernier, a été intensifiée par l'addition d'acide indol-acétique, bien que d'ailleurs la teneur du milieu en auxine eût déjà dépassé l'optimum. Il est possible qu'en dehors de l'acide indol-acétique on ait été en présence d'une substance inhibitrice quelconque (éventuellement le Maisscutellumhemmstoff

de POHL (24)). Nos analyses chromatographiques n'ont pas pu, en dehors de l'acide indol-acétique, démontrer en quantités importantes d'autres dérivés de l'indol (c.f. FISCHER (12)).

NÉTIEN et al. (21) ont trouvé l'action de la fraction alcoolique du lait de maïs identique à celle du lait de maïs ; en revanche OVERBEEK et al. (32) ont, dans un cas, porté au double l'action du lait de coco par extraction au butanol. Par rapport à la substance de croissance du lait de coco, MAUNEY et al. (16) constatent dans certains cas, que l'extrait butanolique renferme une substance active, toutefois ils arrivent ensuite à la conclusion, qu'une substance active ne peut pas être extraite par le traitement au butanol. Nous avons réussi à réduire la quantité des substances inhibitrices par agitation avec l'alcool : fait prouvé par l'accroissement du poids sec.

Il est vraisemblable que le traitement à l'alcool modifie avantageusement la composition des acides aminés.

VAN OVERBEEK et al. (32) ont, avec l'acétate de plomb, précipité la substance de croissance du lait de coco, qui est active à l'égard des embryons de *Datura*, et après précipitation du plomb par l'acide sulfhydrique suivie par de lavages répétés à l'éthanol, ils ont réussi à l'enrichir de 170 fois. MAUNEY et ses collaborateurs (16) n'ont, en traitant l'extrait de l'amande du coco à l'acétate de plomb, obtenu que des fractions qui inhibent la croissance des tissus de carotte.

SHANTZ ET STEWARD (28) à l'aide de procédés différents : précipitation par l'acétate de mercure, traitement à l'acide sulfhydrique, extraction par l'éthanol et chromatographie sur colonnes de cellulose ont, dans 45 hl. de lait de coco, cristallisé trois substances ; ils n'ont cependant pas réussi à les identifier, et aucune d'elles n'a atteint l'activité du produit initial.

DE ROPP et ses collaborateurs (7) mélangent le lait de coco avec du charbon Nuhar, ils filtrent, et après lavage avec un mélange de chloroforme et de métanol ils obtiennent deux fractions qui, étant donné leur action corrélative, ne sont vraiment actives que prises ensemble.

Au moyen de la précipitation NEUBERG — KERB, puis par l'électrodialyse du précipité, MAUNEY et al. ont purifié la substance extraite par l'eau de l'amande de coco. Cette purification a enrichi la substance active originale de 4350 fois ; mais ils ne parvinrent pas à obtenir un accroissement égal à celui atteint avec la substance initiale non purifiée. Cette purification poussée, est en somme, le résultat de leur méthode spéciale de test et de computation. C'est qu'ils apprécient l'accroissement en se basant uniquement sur le produit de la largeur et de la longueur des fragments, sans avoir recours à la pesée. Même les auteurs précités, qui ont étudié la purification du lait de coco et du lait de maïs, jugent l'accroissement des explantats de carotte en se basant tout au plus sur des pesées fraîches. Mais nos expériences ont révélé, que l'évaluation de l'accroissement à partir du poids frais n'est pas toujours exacte. La mé-

thode d'appréciation utilisée par MAUNEY et ses collaborateurs est encore plus incertaine que la pesée de la matière fraîche, et le calcul de l'activité donne en unités des résultats extrêmement divergents, dépendant de la concentration dans laquelle les substances ont été comparées. Ainsi par exemple si on étudie l'activité du précipité NEUBERG-KERB du lait de maïs dans une concentration à 1 p. 100, on trouve qu'elle est de 26 unités, par contre si la concentration est de 0,1 p. 100, nous obtenons, dans les cultures de tissus de carotte, une activité de 1760 unités.

NÉTIEN et BEAUCHESNE (20) ont obtenu la fraction la plus active du lait de maïs en traitant le dialysat à l'éther. Ce produit est plus actif que la substance initiale. L'action stimulante qu'il exerce sur la croissance, ils l'attribuent à l'action corrélative des acides aminés et de l'acide indol-acétique.

Les essais portant sur le lait de coco et sur le lait de maïs partent du principe que la partie la plus significative de la substance active réside dans une substance de nature analogue aux acides aminés. DE ROPP et al. (7) pensent que c'est l'interaction favorable des acides aminés et de l'auxine qui joue le rôle le plus important dans l'action du lait de coco. MAUNEY et al. (16) démontrent aussi quatre taches positives à la ninhydrine dans la fraction la plus active du lait de coco, mais ils ne les identifient pas avec la substance active. SHANTZ et STEWARD (28) ont réussi à cristalliser trois substances actives, qui cependant ne sont pas identiques aux acides aminés.

Dans le précipité NEUBERG—KERB nous sommes parvenus à démontrer vingt taches positives à l'égard de la ninhydrine, et à en identifier 18. (DUWICK (12) identifie 15 acides aminés dans l'endosperme du maïs laiteux.) Avec une petite différence, BEAUCHESNE et NÉTIEN (20) identifient également 18 acides aminés dans la fraction active. Les différences entre ces derniers et nos propres essais peuvent aussi s'expliquer par les diverses phases de développement des échantillons examinés. Il est cependant surprenant qu'on ait pu déceler la proline — infailliblement reconnaissable à sa couleur jaune — ainsi que la valine — cette dernière en quantité importante — bien que d'après BLOCH et BOLLING (3) ces deux acides aminés ne puissent pas être démontrés dans le précipité NEUBERG—KERB. D'après WOOLLEY et PETERSON (33) on doit aussi compter avec d'autres pertes.

Conclusions

De nos essais, il nous est permis de conclure que dans les tests effectués sur les facteurs de croissance il ne suffit pas, pour établir une comparaison exacte entre l'activité des substances de croissance, de mesurer uniquement le changement enregistrable par l'élongation, l'accroissement en volume ou par le poids frais ; la détermination du poids sec est aussi indispensable.

D'après nos expériences et d'après les données de la littérature, il semble probable que la substance active du lait de maïs qui favorise la croissance est très semblable à la substance active du lait de coco.

Au moyen de la précipitation NEUBERG—KERB et du lavage à l'éther du précipité, nous avons réussi à préparer, à partir du lait de maïs, une fraction active qui agit mieux sur la croissance de l'embryon et des tissus de carotte que l'extrait laiteux cru. En se basant sur l'accroissement en poids des tranches de carotte, la substance active purifiée au moyen de ce procédé, s'est enrichie d'environ 150 à 200 fois ; de même elle a agi plus favorablement sur l'accroissement général des embryons d'orge (longueur des pousses et de la racine, et poids) que n'importe quelle quantité de lait de maïs.

Il est bien probable que les acides aminés constituent la partie importante des fractions actives (la précipitation NEUBERG—KERB elle même est un procédé chimique servant à isoler les acides aminés), mais ces fractions renferment aussi de l'auxine. On peut supposer que le traitement au butanol peut amener une modification favorable de la composition des acides aminés, tandis que le traitement à l'éther peut diminuer la teneur en substance qui inhibe la croissance, et de ce fait intensifier son activité.

Nous tenons à remercier Mme ELISABETH B. GYŐRI qui a bien voulu vérifier la teneur du lait de maïs en auxine au moyen du test-*Papaver*.

LITTÉRATURE

1. BENNET-CLARK, T. A., TAMBIAH, M. S. et KEFFORD, N. P. : 1952. Estimation of plant growth substances by partition chromatography. Nature. **169:** 452—3.
2. BENNET-CLARK, T. A. et KEFFORD, N. P. : 1953. Chromatography of the growth substances in plant extracts. Nature. **171:** 645—7.
3. BLOCK, R. J. et. BOLLING, B. S. : 1951. The amino acid composition of proteins and foods. Thomas Illinois.
4. B. GYŐRI, E.: 1952. Auxinok hatása a mák gyökerének növekedésére. (Action des auxines sur la croissance de la racine de pavot.) Növénytani Társaság Bot. Szakoszt. ülése. (Conférence à la section de botanique de la Société phytologique.)
5. CAPLIN, S. M. et. STEWARD, F. C. : 1948. Effect of coconut milk on the growth of explants from carrot root. Science. **108:** 655—7.
6. CAPLIN, S. M. et. STEWARD, F. C. : 1948b. The effect of coconut milk on the growth of carrot cultures. Amer. J. Bot. **35:** 807.
7. DE ROPP, R. S., VITUCCI, J. C., HUTCHINGS, B. L. et WILLIAMS, J. H. : 1952. Effect of coconut milk fractions on growth of carrot tissue. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. **81:** 704—5.
8. DUHAMET, L. : 1951. Action du lait de coco sur la croissance des cultures de tissus de crown-gall de vigne, de tabac, de topinambour et de scorsonère. C. R. Soc. Biol. **145:** 1781—3.
9. DUHAMET, L. : 1952. Action du lait de coco, d'hétéroauxines et de mélanges de ces substances sur la croissance de quelques tissus végétaux. C. R. Soc. Biol. **146:** 845—47.
10. DUHAMET, L. : 1953. Recherches préliminaires sur les variations du pouvoir de prolifération de cultures de tissus végétaux en fonction du poids de l'explantat ensemencé. C. R. Soc. Biol. **147:** 81—3.
11. DUWICK, D. N. : 1952. Free amino acids in the developing endosperm of maize. Amer. J. Bot. **39:** 656—61.
12. FISCHER, A. : 1954. Über die Papierchromatographische und Papierelektrophoretische Trennung von Indolderivaten. Planta. **43:** 288—314.
13. GAUTHERET, R. J. : 1942. Manuel technique de culture de tissus végétaux. Paris. Masson et Cie.
14. KENT, N. et BRINK, R. A. : 1947. Growth in vitro of immature Hordeum embryos. Science. **106:** 547—8.
15. KULESCHA, Z. : 1951. Recherches sur l'élaboration de substances de croissance par les tissus végétaux. Librairie Générale de l'Enseignement. Paris.

16. MAUNEY, J. R., HILLMAN, W. S., MILLER, C. O., SKOOG, F., CLAYTON, R. A. et STRONG, F. M. : 1952. Bioassay, purification and properties of a growth factor from coconut, Physiol. Plant. **5:** 485—97.
17. MOREL, G. : 1950. Sur la culture des tissus de deux Monocotylédones. C. R. Acad. Sci. **230:** 1099—1101.
18. NÉTIEN, G. et BEAUCHESNE, G. : 1952. Action d'un extrait liquide de maïs immatures (lait de maïs), sur la croissance des tissus de tubercules de topinambour cultivés in vitro. C. R. Acad. Sci. **234:** 1306—8.
19. NÉTIEN, G. et BEAUCHESNE, G. : 1953. Differentes substances de croissance décelées dans l'extrait laiteux de graines de maïs et étudiées sur cultures in vitro de tissus de tubercules de topinambour. C. R. Acad. Sci. **237:** 1026—8.
20. NÉTIEN, G. et BEAUCHESNE, G. : 1954. Essai d'isolement d'un facteur de croissance présent dans un extrait laiteux de caryopses de maïs immatures. Union Internat. Sci. Biol. Premier Colloque Internat. sur la Physiologie des Cultures de tissus Végétaux. Briançon 14—21 juillet 1954. Ann. Biol. **30:** 437—8 pp. Sep.
21. NÉTIEN, G., BEAUCHESNE, G. et MEUNTZER, Ch. : 1951. Influence du lait de maïs sur la croissance des tissus de carotte in vitro. C. R. Acad. Sci. **223:** 92—3.
22. NEUBERG, C. et KERB, J. : 1912. Über die Fällungsmittel für Aminosäuren. Biochem. Ztschr. **40:** 498—512. cit. Block et Bolling 1951.
23. NICKELL, L. G. : 1950. Effect of coconut milk on the growth in vitro of plant virus tumor tissue. Bot. Gaz. **112:** 225—8.
24. POHL, R. : 1952. Der Wuchsstoff/Hemmstoffproblem der höheren Pflanzen. Naturwiss. **39:** 1—8.
25. RÉDEI, G. : 1954. Gabona embryók in vitro nevelése. (Culture in vitro des embryons de céréale.) Disszertáció.
26. RÉDEI, G. et MME RÉDEI G. : 1955. Adatok a búza szemtermés fejlődéséhez. (Contributions sur le développement des caryopses de blé.) Növénytermelés 4. No. 2. (Sous presse.)
27. ROBBINS, W. J. : 1952. Hybrid nutritional Requirements. (Voir Gowen, J. W. 1952. Heterosis. 114—23 pp. Iowa State College Press.)
28. SCHANTZ, E. M. et STEWARD, F. C. : 1952. Coconut milk factor : the growth-promoting substances in coconut milk J. Amer. Chem. Soc. **74:** 6133—5.
29. STEWARD, F. C. et CAPLIN, S. M. : 1951. A tissue culture from potato tuber : the synergistic action of 2,4-D and of coconut milk. Science. **113:** 518—20.
30. STINGL, G. : 1907. Experimentelle Studien über die Ernährung von pflanzlichen Embryonen. Flora. **97:** 308—331.
31. VAN OVERBEEK, J., CONKLIN, M. E. et BLAKESLEE, A. F. : 1942. Cultivation in vitro of small Datura embryos. Amer. J. Bot. **29:** 472—7.
32. VAN OVERBEEK, J. SIU, R. et HAAGEN-SMIT, A. J. : 1944. Factors affecting the growth of Datura embryos in vitro. Amer. J. Bot. **31:** 219—24.
33. WOOLLEY, D. W. et PETERSON, W. H.: 1937. The chemistry of mold tissue XIII. Isolation of some monoaminocarboxy and some monoaminodicarboxy acids from Aspergillus sydowi. J. Biol. Chem. A. **121:** 507—20. cit. Block et Bolling 1951.
34. ZIEBUR, N. K. et. BRINK, R. A. : 1951. The stimulative effect of Hordeum endosperms on the growth of immature plant embryos in vitro. Amer. J. Bot. **38:** 253—6.

ФАКТОР РОСТА МОЛОЧНОЙ КУКУРУЗЫ

Б. ДЬЁРФФИ—Г. РЕДЕИ—Г. РЕДЕИНЭ

Резюме

Спрессованная молочная кукуруза in vitro сильно стимулирует как рост незрелых зародышей, так и разрастание тканевых культур моркови. Преципитат Нейбер—Керб кукурузного молока и его фракции, перемытые изобутиловым алкоголем и эфиром, оказывают более благоприятное влияние на рост как зародыша так и ткани, чем исходный материал. Важнейшую роль в стимулирующем воздействии на рост, по всей вероятности, имеет 20 нингидрино-положительных веществ, выявленных хроматографическим методом, из которых 18 можно отождествить с аминовыми кислотами. Хроматографически определенное содержание индолуксусной кислоты тоже играет значительную роль. Фактор роста кукурузного молока по всей вероятности весьма похож на действующее вещество молока кокосового ореха или идентичен с последним.

ZWEI BODENBLÜTEN AUF DER GROSSEN UNGARISCHEN TIEFEBENE

Von

T. HORTOBÁGYI

Botanisches Institut der Staatlichen Pedagogischen Hochschule, Eger

(Eingegangen am 3. III. 1955)

Die chlorophyllhaltigen Mikroorganismen, die Algen, sind vornehmlich Wasserbewohner. Mit dem blossen Auge sind sie gewöhnlich unsichtbar, das geschöpfte Wasser hat den Anschein, als wäre es ganz rein, höchstens ist es etwas trübe. Manchmal können sich jedoch die Algen unter Einwirkung günstiger Umweltsfaktoren, meteorologischer Verhältnisse in so starkem Ausmasse vermehren, dass sie das Wasser apfel-, smaragd-, graugrün, gelb, braun oder rot färben. In einem solchen Falle spricht man von einer Wasserblüte. In einzelnen Fällen wird die Oberfläche der Gewässer durch die Milliarden von Mikroorganismen geradezu breiartig. Die Wasserblüte zählt in den ungarischen stehenden Gewässern — insbesondere in der Grossen Ungarischen Tiefebene — nicht zu den seltenen Erscheinungen.

Mehrere Algen halten sich auch gerne auf den feuchten, mit Wasser reichlich durchtränkten Böden auf. Ihre massenhafte Vermehrung gehört allerdings schon zu den seltener beobachtbaren Erscheinungen. In der ungarischen Literatur werden bedeutend weniger Fälle von Bodenblüte als von Wasserblüte erwähnt. Im nachfolgenden sei über zwei auf solchem feuchtem Boden auftretenden Massenvegetationen berichtet.

Die eine Bodenblüte wurde vom Verfasser am 24. September 1953 auf einer Sandbank der Donau, nördlich von Baja beobachtet. Die westliche Seite des feuchten Ufers war in etwa 500 bis 600 m Länge und 5 bis 15 m Breite wunderschön smaragdgrün gefärbt. Diese Färbung wurde durch die Massenvegetation von *Botrydium granulatum* (L.) Grev. verursacht. Eine andere Pflanze kam auf der Bodenoberfläche nicht vor. Das Wasser zwischen den Sandkörnern enthielt natürlich auch andere Algen (Hygropsammon).

Die zweite Bodenblüte wurde von E. DONÁSZY wahrgenommen, der auch das Material sammelte. Gegen die Mitte des natronhaltigen Szelidi-Sees war das feuchte Sandufer grünlich gefärbt. Das Prüfungsmaterial stammt vom 9. Oktober 1951. Die Temperatur der Luft betrug 10°C, die des Wassers 13,5°C. An der Bodenblüte nahmen ausser den Kieselalgen insgesamt sieben Organismen teil. Die Artenzahl der in der Phytozönose vorkommenden Kiesel-

algen ist unbedeutend. Die prozentuale Verteilung der einzelnen Pflanzen in der Phytozönose war die folgende:

Raphidonema sempervirens Chod(?)	81,—%
Lyngbya limnetica Lemm	7,5 %
Stichococcus minor Näg. scc. Chod	7,—%
Raphidonema brevirostre Scherf(?)	3,—%
Bacillariophyceae	1,—%
Aphanizomenon flos-aquae var. klebahnii Elenk	0,3 %
Colacium vesiculosum Ehr	0,1 %
Scenedesmus acutus (Meyen) Chod	0,1 %
Insgesamt	100,—%

Verteilung der taxonomischen Gruppen in der Phytozönose:

Cyanophyta	7,8 %
Euglenophyta	0,1 %
Bacillariophyceae	1,—%
Chlorophyceae	91,1 %
Insgesamt	100,—%

Die Bodenblüte war also eine Massenvegetation von Chlorophyceen. Von den vier Grünalgenarten sind drei zahlenmässig von Bedeutung, und sie gehören alle in die Ordnung Ulotrichales der Grünalgen. Die bedeutendste unter ihnen ist *Raphidonema sempervirens* Chod. (?), die aus Ungarn bisher nicht bekannt war. Die Zellen der in den Bodenblüten vorkommenden Fäden sind gerade oder ein wenig gebogen. Sie verdünnen sich gegen ihre beiden Enden zu oder bloss gegen das eine Ende zu, doch enden sie in einer stumpfen Spitze. Selten sind auch ovale Zellen zu sehen (Abnormität?). Schleimhüllen um die Organismen konnten nicht beobachtet werden. Die Zellen sind 6—14 μ lang und 2,3 bis 2,8 μ breit. Laut der Beschreibung von CHODAT beträgt die Länge der Zellen im allgemeinen 10 bis 15 μ (Abb. 4—6).

Raphidonema sempervirens Chod. gedeiht am feuchten Sandufer des Szelidi-Sees, sie findet hier ihren optimalen biodynamischen Raum. Von hier strahlt sie gegen die Mitte des Sees aus. Ihre sämtlichen Vorkommen befanden sich in der Nähe des Sammelortes Nr. 466 der Bodenblüte. Sie kam auch in der Sammelprobe Nr. 463 vor, die das der Bodenblüte vorangehende Material des freien Wassers vom 9. Oktober enthielt. Sie lebte im freien Wasser noch im Mai (Probe Nr. 426). Kommt auch im horizontalen Plankton der aus der Mitte des Sees stammenden Probe Nr. 420 vom 25. April vor. Sie wurde auch in der Probe Nr. 413 gefunden, die das Filtrat der Pfützen in der grossen Krümmung des südlichen Seeufers war. Die Tiefe der Pfützen betrug 1 bis 2 cm. Die Sammlung erfolgte am 24. April. Das letzte Vorkommen wurde am 22. März gegen die Mitte des Sees zu, im gegenüberliegenden Röhricht beobachtet (Probe Nr. 411).

An den vorerwähnten Standorten ist sie im freien Wasser sehr selten, und ihr Vorkommen lässt sich nur in hundertstel Prozenten ausdrücken. Im Röhricht bildet sie 0,5% der Phytozönose. In den Pfützen entlang dem Ufer

bildet sie 2,5% der Population. Laut unserer bisherigen Beobachtungen scheint sie ein das kalte Wasser bevorzugender, stenothermischer Organismus zu sein.

Im November verschwand die Bodenblüte. In der von demselben Ort herrührenden Probe war keine Spur von *Raphidonemae* und von *Stichococcus* zu finden. Auch in anderen Biotopen des Sees kamen sie nicht vor.

Die dritte quantitativ charakteristische *Chlorophycea* ist *Raphidonema brevirostre* Scherffel (?) war, aus Ungarn bisher ebenfalls unbekannt. W. HEERING erwähnt bloss die Tátraer Angaben des hervorragenden ungarischen Forschers A. SCHERFFEL. Sie wurde vom Verfasser am 22. März, gegen die Mitte des Sees, im Röhricht des Nordufers (Probe Nr. 411), in den 1—2 cm

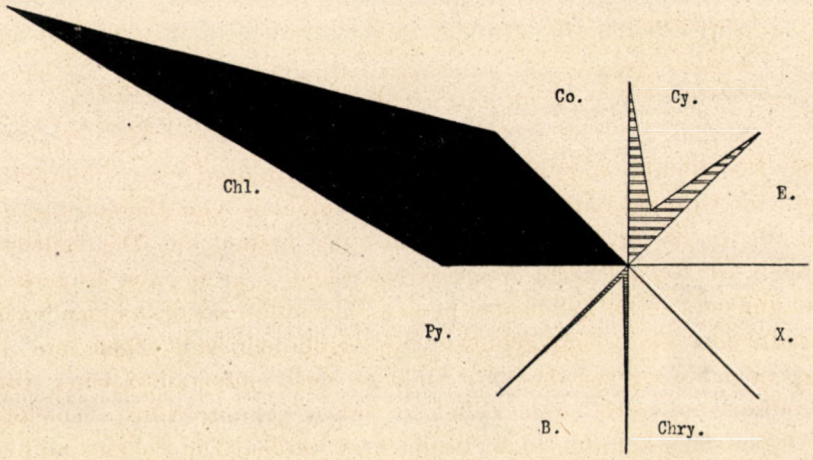


Abb. 1. Das Phytodiagramm der Bodenblüte am Ufer des Szelidi-Sees am 9. Okt. 1951

tiefen Pfützen der grossen Krümmung des Südufers (Probe Nr. 413), im Mai im Plankton des offenen Wassers an der nordöstlichen oberen Biegung des Sees (Probe Nr. 437) angetroffen. Ausser der Bodenblüte ist sie auf sämtlichen Standorten ein zönoxenes Glied der Phytozönose. Auch diese Grünalge gedeiht gut auf den feuchten Sandufern. Sie ist gleichfalls ein das kältere Wasser bevorzugender stenothermischer Organismus (Abb. 1—3).

Die Beschreibung der Pflanze stimmt mit der von SCHERFFEL überein. Die Fäden sind zigarrenförmig, gerade oder etwas gebogen und verschmälern sich allmählich gegen ihr Ende zu. Der Faden kann aus 1 bis 16 Zellen bestehen. Die Zellwände sind nicht deutlich sichtbar. Die Länge der blassgrünen Zellen beträgt 20 bis 53 μ, die Breite 3,7 bis 5,3 μ. Unter den Exemplaren des Szelidi-Sees kommen auch kürzere Zellen als die in den Angaben von SCHERFFEL erwähnten vor. Laut SCHERFFEL beträgt die Länge der Zellen 40 bis 72 μ.

Über das Vorkommen von *Raphidonema sempervirens* Chod. teilt HEERING im 6. Heft der PASCHERschen Süsswasserflora (1914 : 54) folgendes mit: «Aus dem Wasser mehrerer Sümpfe bei Genf in Kultur genommen (CHODA)».

Das Vorkommen im Szelidi-See ist im grossen und ganzen ähnlicher Art: auf sich versumpfendem, feuchtem Sandufer.

Es liesse sich die Frage aufwerfen, ob es sich hier nicht bloss um die aus einigen Zellen bestehenden in Entwicklung begriffenen Formen irgendeiner fadenförmigen *Chlorophycea*-Art, eventuell der Art *Stigeoclonium* handelt? Am 9. Oktober 1951 bildete *Raphidonema sempervirens* 81% der Vegetation der Wasserblüte, ihre sämtlichen Individuen waren den Zeichnungen 4—6 der nachstehenden Abbildung ähnlich. Die Fäden bestanden höchstens aus zwei Zellen. Von den *Chlorophycea*-Arten kam in der Bodenblüte, ausser *Raphidonema* und *Stichococcus* bloss *Scenedesmus acutus* (Meyen) Chod. vor. Es wurde kein einziges Exemplar einer anderen fadenartigen Grünalge, insbesondere keines von *Stigeoclonium* angetroffen. So scheint denn kein Grund zu bestehen

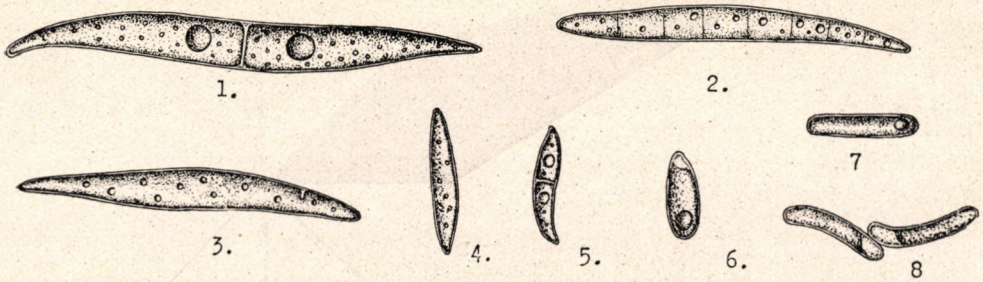


Abb. 2. 1-3: Raphidonema brevirostre Scherffel, 2000 ×. — 4-6: Raphidonema sempervirens Chood., 2000 ×. — 7-8: Stichococcus minor Näg. sec. Chod., 3000 ×.

sie nicht für die von HEERING als *Raphidonema sempervirens* beschriebene Pflanze — höchstens mit einem Fragezeichen — zu halten.

Unserer Meinung nach ist weder die Anwesenheit noch die Abwesenheit der Pyrenoiden ein für jede Gattung entscheidendes taxonomisches Merkmal. So enthalten z. B. nach BRUNTHALER die Zellen von *Tetrastrum staurogeniaeforma* (Schröd.) Lemm. keine Pyrenoiden (PASCHER: Süsswasserflora, H. 5. Jena, 1915 : 177). Laut AHLSTROM und TIFFANY können sie Pyrenoiden enthalten, doch können diese auch fehlen (The Algal Genus Tetrastum. — American Journal of Bot. Vol. 21. No. 8. Brooklyn, 1934). Ähnliche Beobachtungen wurden auch anlässlich unserer Sammlungen in Balatonboglár gemacht. Die meisten Zönobien enthielten Pyrenoiden.

Raphidonema sempervirens kam im Oktober und Mai auch in dem aus den vertikalen Sammlungen stammenden Oberflächenplankton des freien Wassers vor, doch lebten ausser *Oedogonium* und *Stichococcus* sowie einer *Cladophora* während des ganzen Sammeljahres keine anderen fadenartigen Grünalgen in der Phytozönose.

Im horizontalen Plankton des freien Wassers (von einem Kahn aus gesammelt) wurde sie einmal, u. zw. im April angetroffen; in diesem Monat

wurden ausser ihr bloss die Grünalgen *Stichococcus* und *Ulothrix tenerrima* Kütz. gefunden.

Sie lebte noch im April in den Pfützen am Uferrand, in der Phytozönose fanden sich aber ausser den *Raphidonemen* keine anderen fadenartigen Algen. Schliesslich sei erwähnt, dass ihr Vorkommen im Röhricht im März ganz ähnlich war: die fadenartigen Grünalgen waren durch *Raphidonemen* und *Stichococcus* vertreten. Nach alldem ist es unwahrscheinlich, dass wir jene andere fadenartige Algenart nicht gefunden hätten, deren etwaige Entwicklungsformen die beschriebenen Pflanzen wären.

Seltener als das Vorkommen von *Raphidonema sempervirens* ist das von *Raphidonema brevirostre* Scherffel. In bezug auf Pyrenoiden kamen auch hier Formen mit und ohne Pyrenoiden vor. Ausser *Stichococcus* konnten an keiner der Sammelstellen des Szelidi-Sees andere fadenartige beobachtet werden.

Chlorophycea Stichococcus minor Näg. sec. Chod. ist mit 7% an der Bodenblüte beteiligt. Auch diese Alge wurde aus Ungarn noch nicht beschrieben. Die Pflänzchen sind in der Regel einzeln zu finden, selten sind aber auch zwei oder mehrere Zellen zusammen sichtbar, die dann kurze Fäden bilden. Die kurzen Fäden zerfallen sehr leicht in einzelne Zellen. Die Chloroplasten liegen an der Innenseite der Zellwand und füllen die Vakuole nicht ganz aus. Die Länge der Zellen des Pflänzchens beträgt 7 bis 8 μ, die Breite 1,5—2 μ. Sie sind schlanker und länger als die Individuen von *Stichococcus bacillaris* Näg. (Vgl. HEERING, p. 49, fig. 64, 65, 67) (Abb. 7—8).

Stichococcus minor ist in der Bodenblüte nicht mit dem höchsten Prozentsatz an der Phytozönose beteiligt. Sie ist der typischste Mikroorganismus des Planktons des freien Wassers in der Probe Nr. 454 von 24. Juli und bildet 66% der Phytozönose. Diese Sammlung erfolgte im mittleren Teil des Sees in der Nähe des Südufers. In einer, am selben Tag ebenfalls im mittleren Teil des Sees, aber quer durch diesen hindurch ausgeführten Sammlung machte sie nur 2% der Phytozönose aus (Probe Nr. 455). Im südlichen, seichteren Teil des Sees kommt sie in der Probe Nr. 464 vom 9. Oktober mit 2% vor. An der Bodenblüte in Probe Nr. 466 nahm sie mit 7% teil. In der vertikalen Sammlung (Probe Nr. 474) vom 9. Oktober, die in der Mitte des Sees in 4 m Tiefe durchgeführt wurde, war ihr Vorkommen äusserst spärlich, ihre Anwesenheit erreichte kaum ein zehntel Prozent. In dem aus der Gegend der Seemitte stammenden Plankton des freien Wassers (Probe Nr. 476 vom 4. Dezember) kommt sie kaum vor. In der horizontalen, am 4. Dezember gesammelten Planktonprobe Nr. 479 aus dem freien Wasser beträgt ihr Anteil 1%. Diese Sammlung fand in der südlichen Hälfte des Sees in der Nähe der grossen Krümmung statt.

Stichococcus minor scheint eher ein Organismus des freien Wassers zu sein. Das warme Wasser des Monats Juli hatte seine mächtige Vermehrung zur Folge, doch konnte diese Alge im August nicht mehr vorgefunden werden.

Unserer Meinung nach ist sie eine ein mässig warmes Wasser bevorzugende Alge.

Die vierte Grünalge, *Scenedesmus acutus* (Meyen) Chod. ist eine zönoxene Pflanze der Phytozönose und der Bodenblüte.

Ausser den drei Grünalgen nahm noch eine weitere Pflanze mit einer beträchtlichen Individuenzahl an der Phytozönose teil, u. zw. die Blaualge, *Lyngbya limnetica* Lemm. Trotzdem sie 7% der Organismen umfasst, ist sie höchstens ein zönophiler Organismus der Bodenblüte. Übrigens ist diese *Cyanophycea* ein zönophiler Organismus auch des freien Wassers. Die übrigen an der Bodenblüte beteiligten Algen sind dagegen zönoxene Mitglieder der Phytozönose.

LITERATUR

CHODAT, R.: 1926. Scenedesmus. Extrait de la Revue d'Hydrologie III Année No. 3/4. Aarau.
GEITLER, L.: 1930–1932. Cyanophyceae (Blaualgen). — In RABH.'s Krypt.-Fl. Leipzig.
HEERING, W.: 1914. Chlorophyceae III. — In Paschers Süssw. — Fl. H. 6. Jena.
HORTOBÁGYI, T.: A Szelidi-tó növényegyättesei. Kézirat (in litt.). (Die Mikrophytozönosen des Szelidi-Sees.)
LEMMERMANN, E., PASCHER, A.: 1913. Flagellatae II. — in PASCHERS Süssw. — Fl. H. 2, Jena.

ДВА СЛУЧАЯ ЦВЕТЕНИЯ ПОЧВЫ НА БОЛЬШОЙ ВЕНГЕРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Т. ХОРТОБАДЬИ

Резюме

В Венгрии часто встречается цветение воды, вызванное благоприятствующими обстоятельствами и метеорологическими условиями. В Венгерской литературе упоминаются яблочнозеленое, изумруднозеленое, серозеленое, желтое, коричневое и красное цветения воды. Цветение почвы же относится к более редким явлениям.

Такую, появляющуюся на сырой земле массовую вегетацию автор наблюдал 24-го сентября 1953 года, на севере от г. Байа, на мели Дуная. На западной стороне песчаной отмели, длиной приблизительно в 500–600 м и шириной в 5–15 м миллиарды особей вида *Botrydium granulatum (L)* GREV. образовали прекрасный изумрудно-зеленый ковер. Другие растения не встречались на данной поверхности.

Второй случай цветения почвы автор наблюдал в октябре 1951 г. на сыром песчаном берегу засоленного озера Селид. В цветении почвы участвовали кроме видов *Bacillariophyceae* еще 7 организмов. Число видов *Bacillariophyceae* невелико. Соотношение отдельных микроорганизмов в фитоценозе приведено на таблице I в венгерском тексте. Цветение почвы определенно представляло собой массовую вегетацию видов из порядка *Ulothrichales*. Преобладающими растениями были два вида *Raphidonema* и вид *Stichococcus*. Вид *R. sempervirens* CHOD (?) размножался больше всего на влажном песчаном берегу и отсюда распространялся по направлению к середине озера. Этот вид, по всей вероятности, является стенотермным организмом, предпочитающим холодную воду. В ноябре автор не обнаружил на этом месте ни цветения почвы, ни этих характерных организмов. Из биотопов озера вид *R. brevirostre* SCHERFFEL (?) также предпочитает влажный песчаный берег. В фитоценозе цветения почвы вид *Stichococcus minor* NÄG. *sec.* CHOD. участвовал не в наибольшем процентуальном соотношении. Он является преобладающим растением фитоценоза планктона открытой воды. Так в июле его соотношение достигало 66 процентов. По всей вероятности, это организм открытой воды, растение, предпочитающее умеренно теплую воду.

Вид *Lyngbya limnetica* LEMM. не имеет большого значения в цветении почвы и представляет собой ценофильный и эвритопный водоросль озера.

THE AUTUMNAL MASS DEATH OF FISH IN THE FISH-POND OF FEHÉRTÓ NEAR SZEGED AND THE PHYTOCENOSIS OF THE POND

By

T. HORTOBÁGYI

Department of Botany of Pedagogical College Eger, Hungary

(Received 3. III. 1955)

Among the blue algae *(Cyanophyta)* organisms occur frequently which, when appearing in masses, bring about the death of fish. One or several blue algae which multiply at an incredible rate lend a characteristic bluish-green or applegreen colour to the water. This is called waterbloom. The sudden appearance in large quantities of the minute producers = the constructive microorganisms, may considerably upset the biological equilibrium in the life of ponds. Due to the effect of the over-strong summer light and shading respectively, assimilation decreases and dissimilation increases, the production of O_2 diminishes, while the production of CO_2 shows an upward tendency.

The organisms appearing in the waterbloom are situated almost side by side and, in accordance with the rate of mass production, they colour thinner or thicker layers of water. In the warmer months it is only in the late morning and in the afternoon hours that the organisms located in the neuston membrane on the water surface benefit from the optimum assimilative light intensity. At midday light intensity exceeds the optimum level required for assimilation. At such a time O_2 production decreases, while dissimilation, the CO_2 content of the water increases. The algae situated on the surface are shading those located below them. Thus even in the late morning and in the afternoon hours only light intensity below optimum is available for these organisms. Only at noon may the algae on the surface get a favourable amount of light and at this time they produce O_2 abundantly. The assimilative activity of constructive plants situated deeper may completely cease owing to the effect of the intense shading caused by the masses of microorganisms living above them, and in the course of the whole day they can consume only O_2. They cannot assimilate but produce CO_2. Added to this is the considerable destruction of individuals due to over-multiplication. The process of decomposition concomitant with decreased assimilation is more extensive than normally. Deficiency of O_2 which may induce the mass death of fish, presents itself in the biodynamic space.

In September, 1954 the lack of O_2, arisen in this way and in consequence the mass death of fish could be observed in the fish-pond number X of Fehértó

in the vicinity of Szeged. Fehértó by Szeged is the most extensive sodic lake of the Great Hungarian Plain ; it is a lake of the sodium-carbonate-hydrocarbonate type. The fish-ponds were established in 1932—33. The ponds are filled with mixed water, which, on the one hand, consists mostly of water coming from sodic territories and, on the other, of warm water originating in artesian wells.

Table

The change in O_2 in the fish-pond number X of Fehértó by Szeged, on the day of collection, September 6, 1954, according to the measurements made by E. WOYNÁROVICH

		O_2 mg/litre				
Date	Hour	Surface	Bottom	Average	Water temperature ° C	Relative O_2 content %
1954 IX. 6	5,—	—	—	0,1566	22	1,78
	7,30	—	—	0,4386	22	5,01
	12,30	—	—	5,5146	23	65,6
	18,—	22,906	13,974	18,4400	24	222,2

E. WOYNÁROVICH observed in the fish-pond number X the mass death of fishes caused by waterbloom. He sent me his collected samples for investigation. The organisms found in the sample were as follows :

Cyanophyta

1. *Microcystis flos-aquae* (Wittr.) Kirchn.
2. *Microcystis parasitica* Kütz.
3. *Aphanocapsa endophytica* G. M. Smith — many lived in the mucilage sheath of *Microcystis flos-aquae*.
4. *Anabaenopsis Nadsonii* Woronichin.

The filaments, apart from a few specimens, contain gas vacuoles, 5—5,6 μ in width. The heterocysts are globular, 5—5,6 μ in diameter, the plasma is homogeneous but it may also contain gas vacuoles. The resting spore is globular, 11,2— 18 μ in diameter. It is larger than the data of GEITLER. Its content is homogeneous but it may also contain gas vacuoles. The windings of the colony number 4 to 6.

According to WORONICHIN's (1929) description of species, the vegetative cells of *Anabaenopsis Nadsonii* are devoid of gas vacuoles or, else, they contain only a few, rarely several ones. Neither WOROCHININ nor GEITLER and HUBER—PESTALOZZI mention gas vacuoles in the heterocysts and resting spores. Nor have we found data referring to them in the recent work of HOLLERBACH—KOSINSKAIA—POLIANSKI on the blue algae of the Soviet Union.

The fact that in the fish pond number X of Fehértó by Szeged the majority of cells contain gas vacuoles and that gas vacuoles might occur even in the heterocysts and resting spores, appears to indicate on the one hand the older age of the colonies and, on the other, the increasing anaerobe conditions ; mainely B. VESZPRÉMI observed in the plant *Anabaenopsis Arnoldii* Aptekarj that «about the end of the vegetation period the whole cell in the older filaments fills with gas bubbles». (1949.) According to CANABAEUS (1929) and GEITLER (1930, 1936) anaerobe conditions i. e. such promoting fermentation (lack of O_2, darkness) may induce the formation of gas vacuoles. VESZPRÉMI also mentions that by intramolecular respiration, owing to the lack of O_2, gas vacuoles appear in the plasma and their content may be considered as fermentation gases.

5. *Anabaena constricta* (Szafer) Geitler
6. *Anabaena aphanizomenoides* Forti

The trichomae live singly, they are straight. 3—7 μ in width. According to FORTI the filaments are 4—5 μ in width. The cells are crowded with gas vacuoles. The heterocysts are elliptical, 5,6—7,8 μ in length, 5—6 μ in width. The diameter of the globular resting spores with smooth, colourless walls is 8,4—9 μ. They are apparent on one or on both sides of the heterocysts, singly or by two. GEITLER reports it solely from a lake in Anatolia. It has not yet been reported from Hungary.

7. *Anabaena spiroides* Klebahn
8. *Oscillatoria limnetica* Lemm.
9. *Oscillatoria species*

Euglenophyta

10. *Euglena pisciformis* Klebs
11. *Euglena acus* Ehr.
12. *Euglena polymorpha* Dang.
13. *Phacus pyrum* (Ehr.) Stein

Chrysophyta

Bacillariophycea

14. *Cyclotella comta* (Ehr.) Kütz.
15. *Bacillariophycea species*

Chlorophyt

Chlorophyceae

16. *Oocystis lacustris* Chod.
17. *Oocystis borgei* Snow
18. *Tetraedron schmidlei* (Schröd.) Lemm.
19. *Scenedesmus falcatus* Chod.
20. *Scenedesmus arcuatus* Lemm.
21. *Scenedesmus armatus* var. *typicus* Chod.
22. *Scenedesmus quadricauda* Chod.
23. *Actinastrum hantzschii* Lagerh.

24. *Tetrastrum staurogeniaeforme* (Schröd.) Lemm.
25. *Dictyosphaerium ehrenbergianum* Naeg.
26. *Dictyosphaerium pulchellum* Wood
27. *Ankistrodesmus falcatus* var. *acicularis* (A. Br.) G. S. West
28. *Ankistrodesmus falcatus* var. *spirilliformis* G. S. West
29. *Ankistrodesmus falcatus* var. *mirabile* W. et W.
30. *Ankistrodesmus convolutus* Corda
31. *Ankistrodesmus setigerus* f. *minor* G. S. West
32. *Ankiostrodesmus sp.*

The qualitative distribution of the 32 kinds of organisms present in the waterbloom was as follows :

Cyanophyta	9
Euglenophyta	4
Chrysophyta, Bacillariophyceae	2
Chlorophyta, Chlorophyceae	17
Total :	32

The quantitative conditions reveal quite a different picture. 99,5 per cent of the phytocenosis is constituted of three *Cynophyceae*, the remaining 0,5 per cent of 29 kinds of algae. Even in this 0,5 per cent, blue algae are the most significant.

Quantitative conditions

In one litre of drawn water there lived :

Anabaenopsis nadsonii	16 400 000	= 48,—%
Anabaena aphanizomenoides	14 000 000	= 41,—%
Anabaena spiroides	3 600 000	= 10,5 %
Others	170 000	= 0,5 %
Total	34 170 000	= 100,—%

Bacillariophycea were present in a very small number. Accordingly the waterbloom was definitely a *Cyanophyta* waterbloom. Quantitatively *Anabaena aphanizomenoides* was the most significant plant, though the number of its individuals and thus its percentage distribution in the phytocenosis fell short of that of *Anabaenopsis*, but its filaments are generally longer, pluricellular and contain more living subtance. *Anabaena spiroides*, on the other hand, is more significant in the life of the phytocenosis than it would appear on the strength of its numerical data, this being due to the fact that its filaments form several spirals and are longer than the trichomae of *Anabaenopsis nadsonii*, yet it is placed third only. The phytocenosis is an unfavourable feeding ground for fish.

Anabaena aphanizomenoides is the new *Cyanophycea* of Hungary. *Anabaenopsis nadsonii* was found up to now in the lake of Szelid. There it is the characteristic plant of the superficial horizontal seston of the open water. In the course of the year it constitutes on an average 1,5 per cent of the phytocenosis.

It multiplies in the late spring and early summer months. It is the eurythermic alga of the lake which lives with preference in the polluted parts of the water. It seems to be the cenobiontic organism of the lake of Szelid. In the vertical collections of the lake it shows a larger average of percentage : 3 per cent. *Anabaena spiroides* is a well known plant in Hungary. According to E. KOL : «Diese bilden den grössten Teil der *Cyanophyceen* Wasserblüte der Natronseen» (1931). (They constitute the largest part of the *Cyanophytae* waterbloom of sodic lakes.) It was an accessory member of the waterbloom observed in June 1949 in the fish pond number II of Zimona (HORTOBÁGYI, 1950). The other concomitant plants of the waterbloom in Fehértó are not unknown in the waters of Hungary, the majority of them are common plants occurring at many places.

The mass production of *Anabaenopsis* led also elsewhere to the mass death of fish in Hungary. B. VESZPRÉMI reports that by the end of August 1943, the waterbloom of another species, i. e. of *Anabaenopsis arnoldii* Aptekarj became so extensive that ... «algae could be practically ladled by the thousand millions» (1949). This over-multiplication led eventually to the mass death of fish.

Also according to VESZPRÉMI the lack of O_2 was the immediate cause of the mass death of fish.

The death of fish in great quantities brought about by such a mass production occasioned a great shortage in the yield of our fish-ponds. This could have been prevented if the water of our fish-ponds had been subjected to a systematical biological analysis. On the basis of the general surveys to be obtained the proliferation of weeds in the fish-ponds and consequently the mass death of fish could be eliminated.

REFERENCES

1. BRUNNTAHLER, J.—LEMMERMANN, E.—PASCHER, A. : (1915). Chlorophyceae II. — in Paschers Süssw. — Fl. 5. Jena.
2. CHODAT, R. : (1926). Scenedesmus. Extrait de la Revue d'Hydrologie III. Année. No. 3/4. Aarau.
3. GEITLER, L. : (1930—32). Cyanophyceae (Blaualgen) — Rabh.'s Krypt. — Fl. Leipzig.
4. *Голлербах, М. М.—Косинская, Е. К.—Полянский, В. И.:* Синезеленые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. Москва 1953.
5. HORTOBÁGYI, T. : (1950). Magyarország halastavainak mikrovegetációja. I. Vízvirágzás a Barcsi Erdőgondnokság Zimonai Tógazdaságának II. sz. taván. (Water bloom of algae in the fish-pond No. II. of the fish-hatcheries at Zimona) Fleuraison des algues dans l'étang à poissons No II Zimona. — Hidrológiai Közlöny XXX. 3—4. Budapest, 95—99.
6. HORTOBÁGYI, T. : A Szelidi-tó növényegyüttesei (The microphytocenoses of the Lake of Szelid.) — Kézirat (Manuscript).
7. HUBER—PESTALOZZI, G. : (1938). Das Phytoplankton des Süsswassers. Blaualgen, Bakterien, Pilze. — Die Binnengewässer XVI. 1. Teil. Stuttgart.
8. KOL, E. : (1931). Zur Hydrobiologie eines Natronsees bei Szeged in Ungarn. — Verh. Intern. Vereinigung für theor. und angew. Limnologie V. Teil. Stuttgart. 103—157.

9. Szabados, M.: (1949). A Fehér tó Volvocales és Flagellata vegetációja. (The vegetation of Volvocales and Flagellata of Fehértó near Szeged.) Budapest. Különlenyomat a Hidr. Közlöny. 1949. 7—8. számából (Reprint).
10. Veszprémi, B.: (1949). Adatok az Anabaenopsis Arnoldii Aptek. biológiájának ismeretéhez. (Contributions to the knowledge of the biology of the species Anabaenopsis Arnoldii Aptek. Angaben zur Kenntnis der Biologie der Art Anabaenopsis Arnoldii Aptek.) — Budapest. Különlenyomat a Hidr. Közlöny 1949. 7—8. számából. (Reprint.)
11. Woynárovich, E. (1941). Néhány magyarországi víz kémiai sajátságairól. (Investigations on the chemical properties of some Hungarian waters. — Untersuchungen über die chemischen Eigenschaften einiger ungarischer Gewässer.) — Magyar Biol. Kut. Munk. XIII. Tihany. 302—315.

ОСЕННИЙ ЗАМОР РЫБЫ В РЫБОВОДНОМ ПРУДЕ № X ОЗЕРА ФЕХЕРТО ОКОЛО Г. СЕГЕД И ФИТОЦЕНОЗ ПРУДА

Т. ХОРТОБАДЬИ

Резюме

В сентябре 1954 года в рыбоводном пруде № X натрий карбонатного-гидрокарбонатного озера Фехерто наблюдался замор рыбы из-за недостатка O_2, вызванного цветением воды синезелеными водорослями (Cyanophyta). 32 видов водорослей причинили цветение воды, в частности 9 видов *Cyanophyta* 4 вида *Euglenophyta*, 2 вида *Bacillariophyceae* и 17 видов *Chlorophyceae*. В количественном отношении преобладали 3 организма, а именно: *Anabaenopsis nadsonii* 16 400 000/литр, *Anabaena aphanizomenoides* 14 000 000/литр и *Anabaena spiroides* 3 600 000/литр. В Венгрии в озере Шошто, около г. Секешфехервар, массовая продукция видов *Anabaenopsis* вызвала подобные условия, и на этом месте также наблюдался массовый замор рыбы (Веспреми, 1949). При помощи систематического биологического анализа рыбоводных прудов возможно было бы заранее выявить появление такого рода цветения воды, и препятствовать при помощи известных химических мероприятий массовой продукции водорослей.

GEOBOTANISCHE UNTERSUCHUNGEN UND DIE KARSTAUFFORSTUNG IN NORDUNGARN

Von

P. JAKUCS

Botanische Abteilung des Naturwissenschaftlichen Museums, Budapest

(Eingegangen am 20. V. 1955)

I. Allgemeines

Ungarn ist reich an Gebieten, deren Grundgestein aus Kalkstein besteht, in fast jeder Gebirgsgruppe des Ungarischen Mittelgebirges (das sich von der Gegend des Plattensees [Balaton] über das mittlere Transdanubien, dann zwischen der Grossen Ungarischen Tiefebene und den Vorgebirgen der Karpaten in südwestlich-nordöstlicher Richtung hinzieht) trifft man auf Gebiete, deren Grundgestein in kleinerem oder grösserem Ausmass Kalkstein oder Dolomit ist. Während aber ein bedeutender Teil des im Süden Transdanubiens gelegenen Mecsekgebirges und die meisten Glieder des transdanubischen Teiles des Ungarischen Mittelgebirges aus Kalk- und Dolomitgesteinen aufgebaut sind (Bakony-, Vértes-, Gerecse- und Pilisgebirge), herrschen in der nordöstlichen Hälfte des Ungarischen Mittelgebirges (im sog. Nordungarischen Mittelgebirge) die aus Eruptivgesteinen bestehenden Gebirge vor (Cserhát-, Börzsöny-, Mátra-, Sátorgebirge und die niedrigeren Teile des Bükkgebirges). Indessen finden sich auch hier zwei grosse Kalksteingebiete, nämlich der mittlere Teil des Bükkgebirges (das Zentrale Hochplateau) und die Gegend des Tornaer Karstes (Aggteleker Karst, Slowakischer Karst). In der vorliegenden Abhandlung sollen Ausschnitte aus den pflanzengeographischen und Baumwuchsuntersuchungen — insbesondere der sich auf die öden Karstgebiete bezüglichen — gegeben werden, die in den letzteren zwei Kalksteingebieten durchgeführt wurden.

In den Kalkgebieten Ungarns finden sich häufig baumlose, öde Karstgebiete.[1] Die Wiederaufforstung dieser Kalksteinkarste und ihre Einschaltung in den Produktionsprozess bildet seit alters her ein schwieriges, ungelöstes Problem der praktischen Forstwirtschaft. Besonders ausgedehnt sind diese

[1] Die Dolomit- und Kalksteinkarste können gut voneinander unterschieden werden (vgl. ZÓLYOMI, 1942). Das baumlose Ödland mit Kalk als Grundstein soll im nachstehenden ödes Karstgebiet genannt werden, wobei unter «öde» der Umstand verstanden wird, dass die betreffende Fläche weder primär noch sekundär mit Wald bestanden war. ZÓLYOMI bezeichnet die Verkarstung des Kalksteins und Dolomits (Entwaldung) als biologische Verkarstung, im Gegensatz zu der einen ganz anderen Begriff umfassenden physikalisch-geographischen Verkarstung (1942). Diese wird hier zur Unterscheidung stets mit dem Ausdruck «geomorphologischer Karst» (bzw. «Verkarstung») bezeichnet.

Abb. 1. Die Veränderung der Bewaldung des südöstlichen Randes des Tornaer Karstes, des sog. Cserehát-Gebietes, seit 1780 (auf Grund zeitgenössischer Karten)

Ödflächen im Tornaer Karst genannten Teil des Nordungarischen Mittelgebirges. Hier ist im Durchschnitt 15—16% des Kalksteingebietes verkarstet. Diese grosse Fläche ist aber auch heute noch in Zunahme begriffen, was durch zahlreiche Tatsachen bestätigt wird. So lässt sich z. B. auf Grund der in den 1780er Jahren aufgenommenen Kartenblätter («Josephinische Aufnahme») berechnen, dass die südlichen Ausläufer des Tornaer Karstes, das hügelige Cserehát-Gebiet, zu diesem Zeitpunkt zu etwa 43,6% bewaldet war. Laut Zeugnis der 90 Jahre später aufgenommenen Karten war nur noch 36,3% desselben Gebietes mit Wald bestanden, und heute ist dieser Wert weiter bis 22,5% gesunken (Abb. 1). An der Stelle der Wälder befinden sich heute zum grössten Teil landwirtschaftliche Kulturgebiete, doch waren laut Abb. 1 im Jahre 1780 auch die heute land- und forstwirtschaftlich völlig unbrauchbaren, öden Karstgebiete längs des Rakacza-Baches noch bewaldet.

Die Entwaldung wird u. a. auch durch den 16. § des Grundbuches der Ortschaft Aggtelek bezeugt (RAISZ, 1795): «Jene Orte des Dorfes Aggtelek, die weder für Äcker noch Wälder geeignet sind, sollen als gewöhnliche Weide benutzt werden. Die an unfruchtbaren Stellen, zwischen Felsen stehenden Bäume und Waldteilchen mögen zum Kalkbrennen oder für andere Zwecke Verwendung finden». Man kann sich leicht vorstellen, wie sehr eine solche Verordnung die Anlass zum Ausschlagen der restlichen Bäume und Waldteile der vielleicht noch wenig, aber bereits dennoch zu verkahlen beginnenden Stellen gab, zur weiteren Zunahme der Verkarstung beigetragen hat.

FÉNYES (1847, 1851) erwähnt bei der Beschreibung des (ehemaligen) Komitates Torna und bei der Schilderung der Dörfer dieses Komitates nirgends diese völlig unbrauchbaren, heute ausgedehnten öden Karstgebiete, während er jedoch von der grossen Schafzucht in Verbindung mit mehreren Dörfern spricht.

In der Doline des im Jahre 1890 erbauten «Verestó-Eingangs» zur Aggteleker Tropfsteinhöhle stand zur Zeit der Eröffnung des Einganges noch ein Wald aus schönen alten Bäumen. Heute fehlt nicht nur jede Spur dieses Waldes, sondern der Eingang und seine Umgebung sind zu einer waldlosen, kahlen Doline geworden. Ähnlich ist es auch um die benachbarte, «Verestó» genannte, grössere, heute vollständig kahle Doline bestellt, wo aber infolge der seither dort erfolgten grösseren Bodenabtragungen vielenorts auch heute die im Boden verbliebenen Wurzelreste des noch vor kurzem bestandenen Waldes an die Oberfläche kommen.

Deutlicher jedoch als alle Reden spricht die hier gezeigte Photographie (Abb. 2). Die Aufnahme stellt die das Dorf Jósvafő umgebenden Berge dar (links das Höhlenhotel). Aus dem Bild geht gut hervor, dass am zweiten Bergrücken (aber auch anderwärts) an jenen warmen Südhängen, wo die Bäume bei der Waldrodung ausgeschlagen wurden, heute nur noch ein mit Büschen bestandenes ödes Karstgebiet ist *(Festucetum sulcatae)*, während sich unmittelbar neben diesen öden Karstgebieten in ähnlicher Exposition und auf gleichem Grundgestein der noch nicht abgeschlagene alte Wald scharf von der Umgebung abhebt *(Querceto Lithospermetum)*.

Auf diese Weise dehnen sich auf den einstmals mit Wald bestandenen Kalksteinbergen die unfruchtbaren, öden Karstflecken immer mehr aus. Diese Ausdehnung des Karstes ist jedenfalls auf den Menschen und auf Faktoren, die mit dem Menschen zusammenhängen, zurückzuführen. (Allerdings soll bereits hier betont werden, dass wir nicht jeden öden Karstfleck als durch menschliche Degradation entstanden ansehen. Die ursprünglichen Karstgebiete lassen sich nämlich auf Grund ihrer charakteristischen Pflanzengesellschaften und Standorte gut von den sekundär entstandenen Karstgebieten unterscheiden.)

KLIKA hebt auf Grund seiner Untersuchungen im Tornaer Karst (1945) die Waldrodung, den Weidegang und die Waldbrände als Ursachen der Ver-

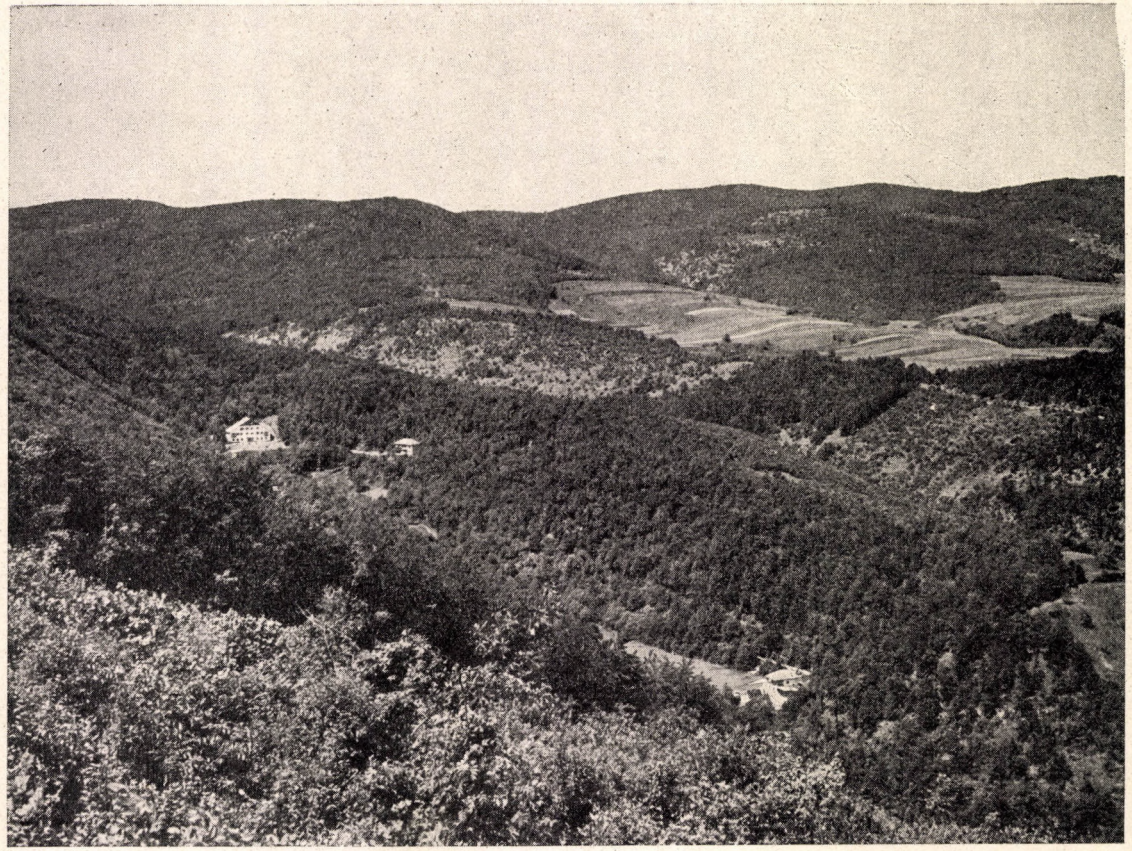


Abb. 2. Ansicht der Umgebung von Jósvafő. Die durch die unrichtige Waldpflege entstandenen sekundären öden Karstflächen sind gut zu sehen. (Magyar Foto, HOLLENZER)

karstung hervor. DUGELAY bezeichnet als Ursachen für die Entstehung der Karstgebiete in Jugoslawien folgende (1952) : 1. die allgemeine Beweidung, 2. das Weiden der Herden im Frühjahr im Walde, 3. die unbeschränkte Ästung der jungen Bäume und 4. der vorzeitige Abtrieb der Niederwälder. ELLENBERG schreibt (1951), dass man auf den steinigsten Kalkböden des Kreises Leonberg, wenn man seine Bewaldung erreichen will, vor allem die Schafe fernhalten muss, «die bei einem einzigen Weidegang den Holzjungwuchs mehrerer Jahre vernichten können». HORVATIČ (1928) hält in seiner Arbeit über den heute zum grössten Teil waldlosen, kahlen Karst Jugoslawiens die heutige Vegetation des Karstes für überwiegend sekundär. «Si la végétation de notre Karst — so schreibt er — était tout à fait en dehors de l'influence défavorable de l'homme (la coupe, l'incendie etc.), elle se composerait de forêts de types différents. Seuls, les flancs d'une grande déclivité et les régions en dehors de la limite supérieure des forêts seraient restées sans arbres.»

Ähnliches lässt sich auch in Ungarn feststellen, wo an einzelnen Orten der Kalksteingebiete, vorwiegend an solchen mit südlicher Exposition, der Kahlschlag in jedem Falle und oft auch der unrichtige Waldbau, die Verkarstung auslösten, die dann je nach den Gegebenheiten durch viele andere Faktoren gesteigert werden kann, in erster Linie durch den Weidegang (durch den Verbiss und durch die durch den Tritt der Tiere hervorgerufene Bodendegradation). Die Wiederaufforstung dieser zu trockenen, warmen Karsten degradierten Gebiete stellt eines der grössten Probleme dar. Im Interesse des Erfolges ist es unbedingt notwendig, über die allgemeine Eigenschaften hinausgehend die standortskundlichen, phytozönologischen und forstkundlichen Gegebenheiten der einzelnen Gebiete festzustellen. Als beste und schnellste Methode hierzu erscheint die Auswahl eines solchen Teilstückes des fraglichen Gebietes (Probefläche), wo die das ganze Gebiet charakterisierenden Phytozönosen und Standorte vertreten sind, sodann die Durchführung sämtlicher Untersuchungen auf dieser Probefläche in womöglich komplexen Arbeitsgruppen (bestehend aus Phytozönologen, Geologen, Pedologen, Mikroklimatologen, Forstingenieuren und Zoozönologen) und schliesslich die Verallgemeinerung der aus den erhaltenen Ergebnissen gezogenen Folgerungen und Möglichkeiten auf das ganze Gebiet. Ein hervorragendes Beispiel hierfür ist die derzeit im Bükkgebirge im Gange befindliche pflanzengeographische Kartierung (s. ZÓLYOMI—JAKUCS—BARÁTH—HORÁNSZKY, 1954). Auch EHWALD (1953) unterstreicht die Richtigkeit des Grundsatzes der Probefläche, indem er schreibt : «In einer Landschaft von bestimmtem geologischem Bau, somit bestimmten Geländeformen sowie einheitlichem Grossklima, müssen deshalb dieselben Kombinationen von Umweltfaktoren immer wieder vorkommen ; in einer solchen Landschaft muss sich eine beschränkte Anzahl von Standortstypen in mehr oder weniger gesetzmässiger Weise, sozusagen in einem bestimmten Muster oder Mosaik immer wiederholen».

Zur Erforschung der Karstgebiete des Nordungarischen Mittelgebirges wurde als solche Probefläche der Berg Nagyoldal gewählt, der auf dem ungarischen Teil des Tornaer Karstes in der Nähe der Ortschaft Jósvafő gelegen ist. Der Nagyoldal kann als einer der südlichen Ausläufer des Szilice-Plateaus angesehen werden, er steht mit diesem in enger Verbindung. Wie eine Bastion erhebt er sich von Süden und von Osten aus dem trockenen Tale von Jósvafő—Szelcepuszta, von Westen aus dem Lófejtal. Gegen Norden geht er über die Verőtető genannte, mit Dolinen durchsetzte Mulde in den tschechoslowakischen Teil des Szilice-Plateaus über. Der Gipfel und die Nordhänge des in die Eichen-Hainbuchenzone gehörigen Berges sind bewaldet, während seine Süd- und Südosthänge grösstenteils verkarstet sind. (Das obere Drittel dieser Hänge ist ursprünglicher, weiter unten infolge der Degradation entstandener Karst.) Der Nagyoldal ist also den übrigen grossen Kalksteinbergen des Tornaer Karstes (Alsóhegy, Felsőhegy, Pelsőci-Plateau usw.) durchaus ähnlich. Wegen dieser Ähnlichkeit und weil die verschiedenen zu untersuchenden Typen hier verhältnismässig nahe zueinander, in typischer Ausbildung anzutreffen sind, wurde der Nagyoldal als Probefläche gewählt.

Bevor aber auf die Erörterung der Phytozönosen und Standortsfaktoren der ausgewählten Probefläche und der aus ihnen ziehbaren Folgerungen eingegangen wird, sei es gestattet, die grundlegenden Unterschiede zwischen den zwei grossen Kalkgebieten des Nordungarischen Mittelgebirges, zwischen dem Tornaer Karst und dem Bükkgebirge, in einigen Worten zu umreissen. Dies ist vor allem deshalb wichtig, weil die Typen der nachstehend beschriebenen Probefläche mit kleinen Veränderungen auch auf die übrigen ähnlichen Orte des Tornaer Karstes bezogen werden können, während eine Übertragung der hier gezogenen Folgerungen auf das Bükkgebirge nur bei starker Berücksichtigung der dortigen speziellen Verhältnisse möglich ist.

Die hauptsächliche Ursache für den Unterschied in der Vegetation und den Standorten dieser zwei im Wesen zur gleichen Zeit entstandenen (Trias) Kalksteingebiete ist der Höhenunterschied. Während der verhältnismässig südlicher (in einer Entfernung von rund 40 km Luftlinie) gelegene, aus Kalkstein bestehende Teil des Bükkgebirges, in erster Linie das herausragende Kalkplateau (das sog. Zentrale Hochplateau), ein zwischen 600 und 950 m Höhe wechselndes, 15 km langes und 3 bis 5 km breites Karstplateau ist, an das sich ein aus niedrigeren Bergen (300 bis 600 m) bestehender Gürtel eng anschliesst, besteht das Gebiet des Tornaer Karstes im engeren Sinne, also in erster Linie das durch die Linie Aggtelek—Pelsőc—Csetnek—Berzéte—Dernő—Ajfalucska (Szarvashegy)—Somodi—Bódvaszilas eingeschlossene Gebiet, aus weit niedrigeren, 300 bis 600 m (manchenorts 600 bis 800 m) hohen, flacheren Karstplateaus. Die Plateauränder brechen hier steil ab, und die im Bükkgebirge vorhandenen Randberge sind hier nur an wenigen Stellen anzutreffen (wobei ihre Höhe maximal 200 bis 300 m beträgt). Während ausserdem im Bükkgebirge die Kalksteinschichten an der Südseite des Plateaus (Peskő, Tarkő, Háromkő usw.) gegliederte, häufig steile Felswände (oft 80 bis 90°) bilden, bestehen die Südhänge der verschiedenen Plateaus des Tornaer Karstes (z. B. Pelsőci-Plateau, Alsóhegy, Felsőhegy usw.) aus im Vergleich dazu sanfteren, einen Neigungswinkel von 40 bis 45° aufweisenden, zusammenhängenden Hängen (LÁNG, 1953).

Diese grundlegenden geomorphologischen Unterschiede ziehen naturgemäss auch klimatische Unterschiede nach sich. So beträgt nämlich die mittlere Jahrestemperatur auf dem Bükkplateau 6° C, während sie im Tornaer Karst 8—9° C ist. Die jährliche Niederschlagsmenge beläuft sich im Bükkgebirge auf etwa 900 mm, im Tornaer Karst hingegen auf 600 bis 700 mm (BACSÓ, 1952, HAJÓSY, 1952).

Infolge der Unterschiede in der Höhe, in den Neigungsverhältnissen und in den klimatischen Bedingungen hat sich auf dem kühleren, ein gleichmässigeres Klima aufweisenden, höheren Zentralen Hochplateau des Bükkgebirges eine Buchenzone ausgebildet (ausführlicher über diese Frage s. ZÓLYOMI—JAKUCS—BARÁTH—HORÁNSZKY, 1954), und auf den Hochplateaus des niedrigeren, wärmeren, extremeren Tornaer Karstes eine Eichen-Hainbuchenzone.

Diese Faktoren spielen auch bei der Entstehung der Karste der beiden Gebiete eine ausserordentlich grosse Rolle. Es ist nämlich eine im allgemeinen akzeptierbare Tatsache, dass sich an den wärmeren Südhängen in der Regel unter allen Umständen extrazonal ausgebildete Phytozönosen finden, die ein verhältnismässig trockeneres und wärmeres Mikroklima erfordern und die in der Sukzession des betreffenden Gebietes einen früheren, weniger entwickelten Zustand vertreten. Der Südhang des Bükkplateaus lässt sich als eine extra-

Abb. 3. Wegen Weidegang verkarstetes Kalksteingebiet bei Aggtelek. An manchen Stellen stehen noch die Zeugen des ehemals ausgedehnteren Niederwaldbetriebs. (Magyar Foto, HOLLENZER)

zonale Eichenzone und Eichen-Hainbuchenzone und die Südhänge des Tornaer Karstes als Steppenwiese und Eichen- (Waldsteppen-) Extrazone auffassen (Abb. 3). Hieraus folgt — natürlich unter Berücksichtigung auch aller anderen Faktoren —, dass sich sämtliche Südhänge des Tornaer Karstes leichter entwalden und nach Einsetzen der Degradation den Zustand der völligen Verkarstung erreichen als die des Bükkgebirges. Dies wird auch durch die Erfahrung bestätigt: die auf den Südhängen des Tornaer Karstes unrichtig ausgeführten Waldschläge rufen fast sofort einen waldlosen, öden Karstzustand *(Festucetum sulcatae)* hervor, z. B. Kecső-Bergkamm (Abb. 2), während Waldschläge von einem

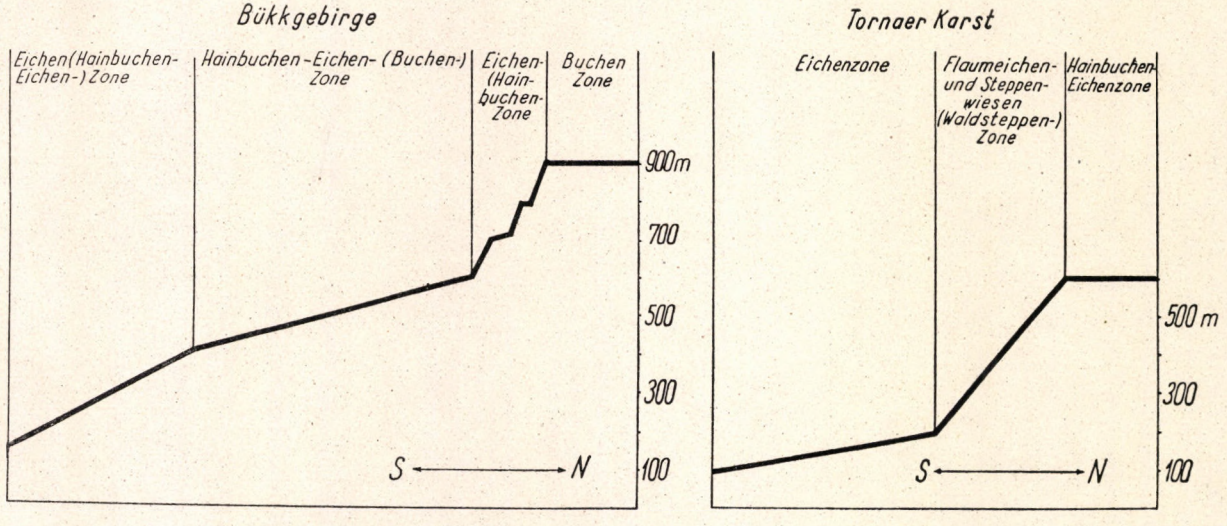


Abb. 4. Vergleich der idealen Profile der Waldzonen an den Südhängen des Bükkgebirges und des Tornaer Karstes

ähnlichen Umfang im Bükkgebirge zuerst nur eine starke Vergrasung und Verbuschung bzw. eine Verschlechterung des Baumwuchses zur Folge haben (Berg Zsérci Nagydél, s. ZÓLYOMI—JAKUCS—BARÁTH—HORÁNSZKY, 1954). Hierzu kommt noch, dass im Tornaer Karst unter den hauptsächlichen Ursachen für die Verkarstung noch der Weidegang (Schafe, Ziegen, Rinder) gezählt werden muss, während dieser Faktor im Bükkgebirge meistens fehlt.

Die Phytozönosen der Probefläche[2]

An der Südseite und auf dem Hochplateau des neben der Ortschaft Jósvafő gelegenen Berges Nagyoldal finden sich 8 verschiedene, mehr oder minder typisch ausgebildete Phytozönosen oder Zönosentypen. Diese sind die folgenden (in der Reihenfolge vom Fuss des Hanges nach oben zu):

1. *Querceto-Lithospermetum—subnudum*-Typ,
2. *Querceto-Cotinetum — Brachypodium pinnatum-Festuca sulcata*-Typ,
3. *Caricetum humilis — stipetosum pulcherrimae*,
4. *Caricetum humilis*,
5. *Seslerietum heuflerianae*,
6. *Querceto-Lithospermetum — Brachypodium pinnatum-Waldsteinia*-Typ,
7. *Querceto-Carpinetum*,
8. *Tilio-Fraxinetum*.

Alle acht Phytozönosen sind auf dem ganzen Gebiet des Tornaer Karstes charakteristich und stark verbreitet. Die Probefläche weist eine Exposition S-SSE auf, ihr Neigungswinkel beträgt 15—20—25°, sie ist in ihrem unteren Drittel eher konkav, in ihrem oberen Drittel am steilsten, wobei sie in einer konvexen Krümmung in das mit Dolinen durchsetzte Hochplateau übergeht. Obwohl die Standortsfaktoren wegen ihrer grossen Bedeutung in einem gesonderten Abschnitt behandelt werden sollen, sei auf die wichtigsten unter ihnen, die die Gegenwart der einzelnen Phytozönosen massgeblich beeinflussen, schon jetzt hingewiesen.

Von einer genauen zönologischen Beschreibung der einzelnen Phytozönosen sowie von der Veröffentlichung von Assoziationstabellen wird an dieser Stelle abgesehen, da dies die Aufgabe einer gesonderten Arbeit bildet. Bis dahin werden auch die hier vorkommenden eventuell neuen Namenkombinationen bloss als *nomen nudum* betrachtet.

[2] An dieser Stelle sei meinem Kollegen G. FEKETE, der mir sowohl bei den Freilandaufnahmen als auch bei der Aufarbeitung des Materials stets hilfreich zur Seite stand, der beste Dank ausgesprochen.

1. *Querceto-Lithospermetum — subnudum-Typ*

Auf dem im untersten Teil des Karsthanges angehäuften Geröll und der auf diesen abgetragenen und dort angehäuften tiefen Roterde hat sich entsprechend der ausgleichenden Wirkung des in der Nähe der Talsohle verhältnismässig kühleren, feuchteren Mikroklimas ein typisches *Querceto-Lithospermetum* ausgebildet. Der Hölzer mit einem Durchmesser von 20—25 cm umfassende, 12—13 m hohe, 40—50 Jahre alte, gutschliessende, gesund gewachsene Wald besteht hauptsächlich aus Traubeneichen *(Quercus petraea)*. Daneben finden sich als Mischholzarten der Baumschicht häufig auch die gemeine Esche *(Fraxinus exelsior)*, Elsbeere *(Sorbus torminalis)* und der Feldahorn *(Acer campestre)*, während in der zweiten Baumschicht hie und da auch die Hainbuche *(Carpinus betulus)* auftritt. Beim Hinaufschreiten des Hanges trifft man immer häufiger die im geschlossenen Wald noch gutwüchsige Flaumeiche *(Quercus pubescens)*. Die Stämme sind im allgemeinen mit Flechten bewachsen und bis zu einer Höhe von 7 bis 8 m astfrei. Dieser Wald vermag im Alter von 50 Jahren mit seinen oberirdischen Teilen der Wirtschaft etwa 250 m^3 Holzmaterial je ha zur Verfügung zu stellen, was bei Berücksichtigung der Qualität des Standortes den optimalen Anforderungen fast völlig entspricht. Die Strauchschicht des *Querceto-Lithospermetum* ist äusserst reich. Die häufigsten Elemente der manchenorts undurchquerbaren, eine Höhe von 3 bis 3,5 m erreichenden Strauchschicht sind *Acer campestre*, *Cornus mas*, *Crataegus oxyacantha*, *Fraxinus excelsior*, *Ligustrum vulgare*, *Malus pumila*, *Viburnum lantana* usw. Im Unterwuchs (in der Krautschicht) sind ausser dem den Namen gebenden purpurroten Steinsamen *(Lithospermum purpureo-coeruleum)* noch *Astragalus glycyphyllus*, *Galium schultesii*, *Lathyrus niger*, *Symphytum tuberosum ssp. nodosum* usw. charakteristisch. Wegen der starken Geschlossenheit der Baum- und Strauchschicht ist der Deckungswert der Krautschicht gering (bis zu 35%). Auf dem frei bleibenden Boden trifft man eine dicke Decke aus dürrem Laub, die nur in den Monaten des Spätsommers aufzureissen beginnt. Wegen des dürftigen Unterwuchses kann dieser Bestand zur Unterscheidung von den übrigen *Querceto-Lithospermeta* als *Querceto-Lithospermetum-subnudum*-Typ bezeichnet werden.

2. *Querceto-Cotinetum — Brachypodium pinnatum — Festuca sulcata-Typ*

Geht man den Hang aufwärts, so wird der Eichenhochwald das *Querceto-Lithospermetum* auf skelettreichem, flachgründigerem Tonboden von einer *Querceto-Cotinetum*-Mosaikassoziation (Buschwaldteil + Steppenwiesenteil) umgeben. Diese Phytozönose ist auf den Südhängen des Tornaer Karstes eine der am meisten vorkommenden — zum Teil auch wegen der Degradation verbreiteten — Pflanzengesellschaften. Der Charakter und die Merkmale dieser

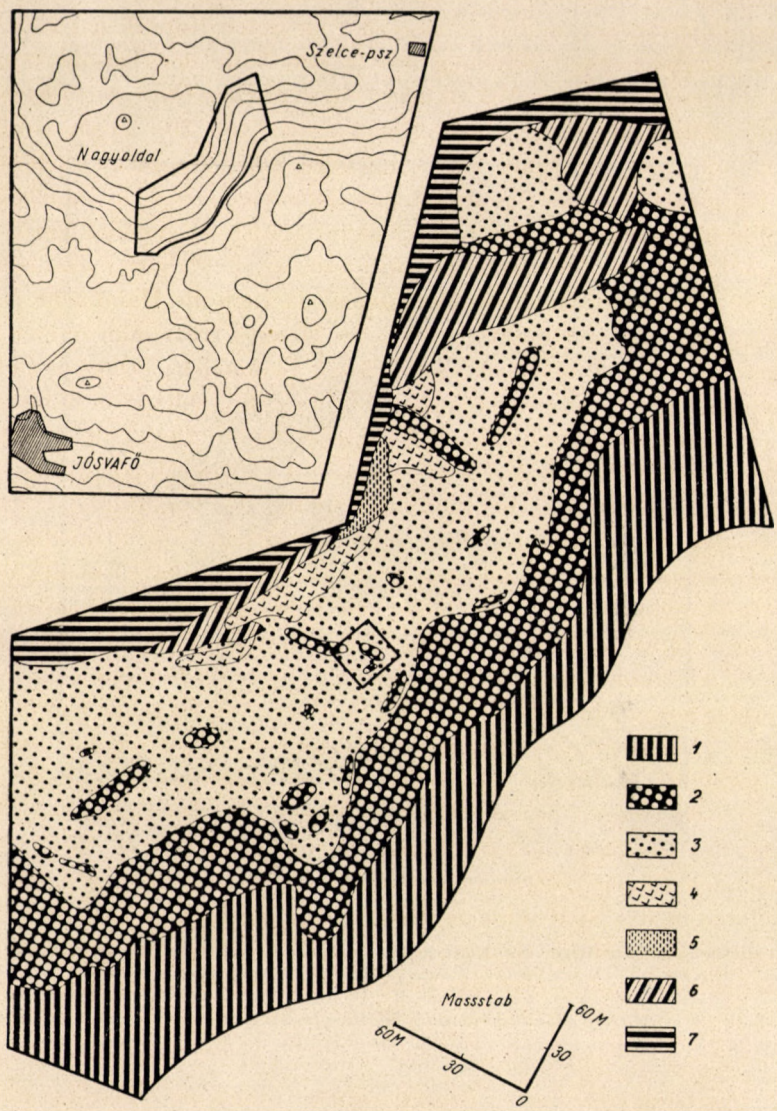


Abb. 5. Vegetationskarte der Probefläche (verzerrte Vergrösserung im Massstab 3 : 2). 1. *Querceto-Lithospermetum subnudum*-Typ, 2. *Querceto-Cotinetum — Brachypodium pinnatum — Festuca sulcata*-Typ, 3. *Caricetum humilis — stipetosum*, 4. *Seslerietum heuflerianae*, 5. *Caricetum humilis* 6. *Querceto-Lithospermetum — Brachypodium pinnatum — Waldsteinia*-Typ, 7. *Querceto-Carpinetum (mit Tilio-Fraxinetum*-Fragmenten)

Phytozönose können nur so bestimmt werden, dass jeder Faktor parallel in beiden Teilen des Mosaiks untersucht wird, wobei dann erst das summierte Ergebnis die ganze Phytozönose kennzeichnet.

Die Bestockung des Buschwaldteiles des *Querceto-Cotinetum* der Probefläche wird fast ausschliesslich durch die Flaumeiche gebildet. Daneben findet

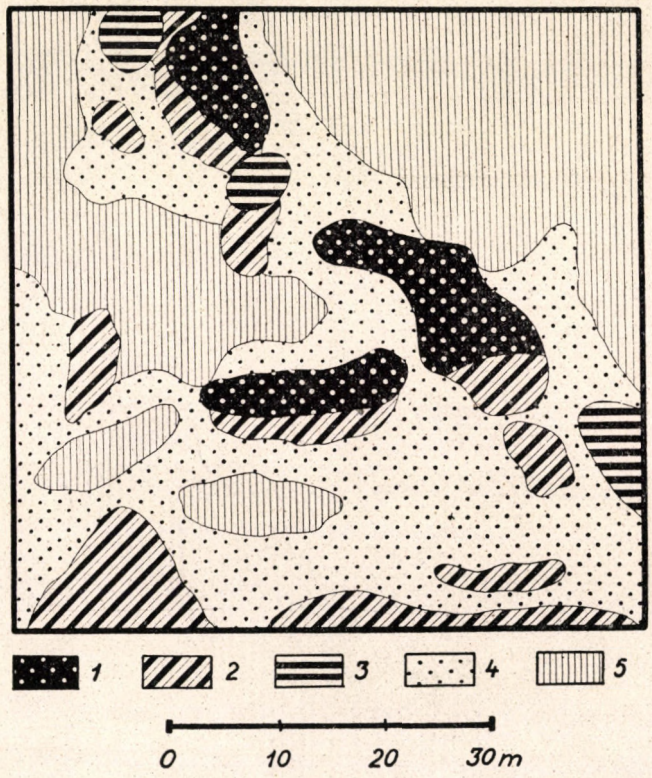


Abb. 6. Teilstück aus der Mitte des Nagyoldal (das auf der Karte in Abb. 5 mit einem Quadrat bezeichnete Gebiet). 1. Degradierter Zustand des *Querceto-Lithospermetum — Brachypodium pinnatum — Waldsteinia*-Typs. Kronenhöhe 8—10 m. 2. Buschwaldteil des *Querceto-Cotinetum.* Kronenhöhe 5—8 m. 3. Degradierter Zustand des Buschwaldteils des *Querceto-Cotinetum.* Kronenhöhe 3—5 m. 4. Steppenwiesenteil des *Querceto-Cotinetum. Festucetum sulcatae.* 5. *Caricetum humilis — stipetosum*

sich noch die gemeine Esche *(Fraxinus excelsior)*, die im Tornaer Karst sehr häufig die Rolle der südlicheren Manna-Esche (*Fraxinus ornus)* übernimmt. Die Flaumeiche und im allgemeinen sämtliche Baumarten zeigen in dieser Phytozönose einen sehr schlechten Wuchs. Die in Gruppen vom Ausschlag entstandenen Bäume mit ihren knotigen, mit Flechten bewachsenen Stämmen, aus denen sich die Äste in geringer Höhe (im Durchschnitt 2 m) zu verzweigen beginnen, wobei sie eine Höhe von 7 bis 8 m erreichen und manchmal schon

früh (im Alter von 20—30 Jahren) in den Wipfeln austrocknen, weisen auf den für den Wald bereits ungünstigeren Standort hin, d. h. auf die Übergangszone des Waldes gegen die Steppenwiesen zu. In extremen Fällen trifft man häufig ganz niedrige, nur 1 bis 2 m hohe, zwergwüchsige Bäume an, manchmal aber auch sehr gutwüchsige, 10 bis 12 m Höhe erreichende Baumgruppen. Diese extremen Wuchsunterschiede innerhalb ein und derselben Phytozönose sind zum Teil auf die Struktur des Grundgesteins zurükzuführen, d. h. auf den Umstand, ob die Wurzel auf ihrer Suche nach Feuchtigkeit durch die Gesteinsspalten tiefer in den Boden hinabzureichen vermag, und zum Teil auf das Ausmass der Abtragung der Bodendecke, da eine mächtige Bodendecke die Wurzel auch zur Zeit der Sommerhitze vor der Austrocknung schützt. Die im Buschwaldteil des *Querceto-Cotinetum* durchgeführten Wurzeluntersuchungen zeigten, dass das oberhalb der Felsen und unterhalb der Bodendecke verlaufende, sehr stark verdickte (eine grosse Wurzelmasse gebende) Wurzelsystem den Boden in sehr grosser Entfernung durchzieht. Man darf also ganz allgemein aussagen, dass das Wurzelsystem auf steinigen Karstgebieten stets besonders stark entwickelt ist. Hier befindet sich ein verhältnismässig grösserer Teil des Baumes unter dem Boden als in den nicht verkarsteten Gebieten, die Holzmasse des Wurzelsystems ist also verhältnismässig grösser. Die Gewinnung dieser Holzmasse ist naturgemäss immer gefährlich, da dies zu einer vollständigen Degradation des Standortes führen würde. Der Buschwaldteil des *Querceto-Cotinetum* des Nagyoldal macht bei den heutigen Wuchsverhältnissen eine Holzmasse von etwa 150 m^3 je ha aus (bei Annahme eines Alters von 50 Jahren und eines 60 %igen Schlusses des Buschwaldteils für das ganze Gebiet eines Hektars).

Wie bei jedem *Querceto-Cotinetum* im allgemeinen, so spielt auch hier die Strauchschicht eine grosse Rolle, da sie bei Erreichnung einer Höhe von 2,5 bis 3 m oft mit dem unteren Laub verschmilzt und so der Phytozönose den charakteristischen Habitus des Buschwaldes verleiht (s. ZÓLYOMI, 1950). Der Artenreichtum der Strauchschicht: *Acer campestre*, *Carpinus betulus* (!), *Cornus mas*, *Crataegus monogyna*, *Euonymus verrucosa*, *Fraxinus excelsior*, *Ligustrum vulgare*, *Prunus mahaleb*, *Rosa sp.*, *Viburnum lantana* usw. verleitet leicht zum Schlusse, dass die Ursache für die Verschlechterung des Waldes nicht nur in den qualitativen Verhältnissen des Standorts, sondern auch in quantitativen Faktoren zu suchen ist, d. h. mit anderen Worten, dass die Verdickung der Bodendecke unbedingt auch zu einer Verbesserung des Wuchses und der Qualität der Bestockung führt (s. später).

Der Buschwaldteil des *Querceto-Cotinetum* weicht ausser in den Wuchsunterschieden der Bestockung auch in der Mannigfaltigkeit und dem Reichtum des Unterwuchses vom *Querceto-Lithospermetum* des Hangfusses ab. Zahlreiche Waldsteppen- und Steppenwiesenpflanzen ziehen sich unter das Laub hinein. Charakteristisch sind: *Brachypodium pinnatum*, *Carex humilis*, *Festuca sulcata*, *Melica uniflora*, ferner *Alliaria officinalis*, *Asperula glauca*, *Aster lino-*

syris, *Campanula cervicaria*, *Coronilla varia*, *Cynanchum vincetoxicum*, *Inula ensifolia*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Polygonatum odoratum*, *Trifolium alpestre* usw.

Der Steppenwiesenteil des *Querceto-Cotinetum*-Mosaiks mit seinem flachgründigen, steinigen, skelettreichen Boden kann auch als selbständige *Festucetum sulcatae*-Assoziation aufgefasst werden. Ständige Mitglieder sind *Anthemis tinctoria*, *Carduus collinus*, *Caucalis lappula*, *Crupina vulgaris*, *Diplachne serotina*, *Eryngium campestre*, *Erysimum pannonicum*, *Euphorbia cyparissias*, *Geranium sanguinem*, *Lactuca perennis*, *Potentilla arenaria*, *Teucrium chamaedris* und *montanum*, *Valerianella rimosa* usw. Auf Verunkrautung weist die grosse Konstanz von *Lappula echinata* hin (im Gegensatz zu *Lappula heteracantha*, die eher eine Charakterart der ursprünglichen, natürlichen Ödflächen ist [BOROS, 1949]). *Vinca herbacea* zeigt dagegen weniger degradierte Standorte an.

Da das *Querceto-Cotinetum* eine aus einem offenen Steppenteil und einem bestockten Buschwaldteil mosaikartig zusammengesetzte, komplexe Phytozönose ist, muss auch der Name des unter die Assoziation gezogenen Typ meistens ein Doppelname sein. Der erste Name bezieht sich auf den Buschwaldteil des Mosaiks, während der zweite den Steppenwiesenteil zum Ausdruck bringt. Im Falle des Nagyoldal ist also die mit der *Querceto-Cotinetum* Assoziation verknüpfte Typusbezeichnung *Brachypodium pinnatum-Festuca sulcata* so zu verstehen, dass das Ganze einen mosaikartigen Komplex eines aus Flaumeichen bestehenden Buschwaldteils vom *Brachypodium pinnatum*-Typ und eines Steppenwiesenteils vom *Festucetum sulcatae*-Typ bildet. Es kann auch ein gemeinsamer Typ dieser Mosaikteile vorkommen, z. B. der *Carex humilis*-Typ des *Querceto-Cotinetum* im Budaer Gebirge.

*

Da die *Querceto-Cotinetum ass.* bei der Aufforstung der Karstgebiete die wichtigste Ausgangsphytozönose darstellt, soll hier auf ihre Lage und Deutung in Ungarn und Mitteleuropa etwas näher eingegangen werden.

Der Name *Querceto-Cotinetum (Quercus lanuginosa-Cotinus coggygria ass.*-Komplex) wurde zuerst von SOÓ in seiner ersten Beschreibung des Hügellandes des Plattensees gebraucht (1931), u. zw. als Randstreifen des Traubeneichenwaldes gegen die *Festuca sulcata-Carex humilis-Stipa joannis* Steppenwiesen zu. (Diese Phytozönose steht der von ISSLER im Jahre 1908 zuerst so benannten *Quercetum pubescentis*-Assoziation nahe, ist aber mit ihr nicht identisch, da diese eher mit unserem *Querceto-Lithospermetum* verglichen werden kann.) ZÓLYOMI unterstreicht bei Beibehaltung des obigen Namens (1951) die Feststellungen von SOÓ: «Der Flaumeichen-Karstbuschwald *(Querceto-Cotinetum)* ist im Laufe der natürlichen Bewaldung des Ödlandes die erste 'Wald'-Phytozönose. Auf Grund seiner Lage ist er kein Gebüsch mehr, aber noch kein Wald.»

Abb. 7. Querceto-Cotinetum-Mosaikassoziation am Nagyoldal. (Photo E. VAJDA)

Zahlreiche Forscher haben seitdem den Karstbuschwald beschrieben, so z. B. wird er neuestens von WENDELBERGER (1954) vom physiognomischen, ökologischen, dynamischen und soziologischen Gesichtspunkt definiert.

Letztlich wird also heute in Ungarn unter der Bezeichnung *Querceto-Cotinetum* jene an einem Übergangsort ausgebildete Phytozönose verstanden, die zwischen zwei Formationstypen, nämlich zwischen den immergrünen Laubwäldern und den Steppenwiesen steht. Dies ist entweder ein Übergang eines xerothermen Hochwaldes (am ehesten von *Querceto-Lithospermetum)* gegen die Steppenwiesen und Felsrasen zu, also der sog. Saumkarstbuschwald (mit kontinentalem Charakter, hauptsächlich im Nordungarischen Mittelgebirge und östlich oder nördlich davon) oder eine von den submediterranen Gebieten (Balkan) her heraufziehende Karstbuschwald-Assoziation (mit Schibljak-Charakter, in Ungarn hauptsächlich in Transdanubien auf Dolomit). Diese zwei Typen vermischen sich häufig und können voneinander nur mit einer gewissen Übung unterschieden werden, insbesondere in den zentralen Teilen Ungarns, wo sie aufeinandertreffen.

Das *Querceto-Cotinetum* wird am besten einheitlich durch die Flaumeiche charakterisiert. Während aber im Mittelmeerraum nördlich von der *Macchie*-Zone die durch die Flaumeiche gekennzeichneten Phytozönosen Schlussphytozönosen (Klimax) sein können und grosse Gebiete umfassen (SCHMID, 1936), treten sie in Jugoslawien (HORVAT, 1942) und in Ungarn zwar in grosser Ausdehnung, aber in der Regel nur extrazonal, an warmen Südhängen oder auf sich stark erwärmenden, flachgründigen Plateaus auf, u. zw. gewöhnlich von einem anderen Eichenhochwald (z. B. *Querceto-Potentilletum albae)* umgeben. Schreitet man in Mitteleuropa weiter nach Norden fort, so grenzen die an östlichen und südlichen Elementen stark verarmenden Steppenwiesen und Felsrasen häufig nicht mehr an Eichenwälder, sondern an Wälder mit einem kühleren, feuchteren Charakter. Bei dem Zusammentreffen von Wald und Steppe (oder Felsrasen) bildet sich auch hier ein schmaler Übergangsstreifen aus, wobei in diesen Beständen manchmal sogar auch die Flaumeiche auftritt; diese Bestände sind aber höchstens verarmte geographische Varianten unserer Phytozönose.

Die dem von EGGLER (1941, 1951) in der Umgebung von Graz beschriebenen Flaumeichenwald — den er für eine Reliktgesellschaft der aus der postglazialen Wärmezeit übriggebliebenen illyrischen Vegetation hält — benachbarte Phytozönose ist der Buchenwald. Dies geht aus der angegebenen Artenliste hervor, in der die Zahl der Arten des *Querceto-Carpinetum* und *Fagetum* verhältnismässig gross ist (rund 15%). Diese Arten spielen auch im Habitus der Phytozönose die massgebliche Rolle. Unter den xerothermen Arten fehlen dagegen diejenigen mit einem kontinentalen Charakter fast gänzlich. Diese Bestände stehen dem Charakter des in Transdanubien verbreiteten *Orno-Fageto-Caricetum albae*-Karstmischwalde (ZÓLYOMI 1950) nahe.

KLIKA (1933) nennt die im Jahre 1932 beschriebenen böhmischen Flaumeichenwälder *Quercus lanuginosa-Lathyrus versicolor (Quercetum lanuginosae bohemicum) ass.* Unter den von ihm veröffentlichten 10 Aufnahmen lassen sich aber höchstens die ersten vier mit den ungarichen Karstbuschwäldern vergleichen, unter den übrigen Aufnahmen finden sich vermischt das auf ausgelaugtem Boden vorkommende *Querceto-Luzuletum* (Nr. 8), *Querceto-Lithospermetum* (Nr. 10), dessen Übergang zum *Querceto-Carpinetum* (Nr. 9), *Querceto-Potentilletum albae* (Nr. 7) usw. Der einzige gemeinsame Zug dieser Wälder ist, dass die Flaumeiche in jedem von ihnen vorkommt. KLIKA publizierte auch (1937) aus den Bergen von Brezova Artenlisten unter dem Namen *Querceto pubescentis praecarpaticum.* Unter den 8 Aufnahmen zeigt jedoch bloss die erste eine Ähnlichkeit mit dem Charakter der ungarischen xerothermen Eichenwälder, die Aufnahmen Nr. 2—4 entsprechen dem *Querceto-Carpinetum* und Nr. 5—8 dem *Fagetum*, in denen nicht nur die Steppenwiesenarten fast vollständig fehlen, sondern in denen sogar *Quercus pubescens* nicht vorhanden ist.

JURKO (1951) bezeichnet bei der Vegetationsbeschreibung der Gegend des mittleren Hernád jene Bestände mit dem Namen *Querceto-Torminaletum orientale*, die er provisorisch unter die *Querceto pubescens-Lathyrus versicolor ass.* von KLIKA als deren verarmte Variante zieht (unserer Meinung nach eher umgekehrt), doch erwähnt er, dass die endgültige Auswertung der Flaumeichen-Karstbuschwälder des mittleren Hernád erst nach der eingehenden Aufarbeitung des Slowakischen Karstes — als des Entwicklungszentrums der Vegetation der Hernádgegend — möglich sein wird.

DOSTÁL (1933) versucht in seiner Arbeit über den Slowakischen Karst unter dem Namen *Qercetum pubescentis pannonicum* auf Grund von vier Aufnahmen eine Übersicht zu geben, was aber für einen Vergleich zu wenig ist, trotzdem seine Aufnahmen ein richtiges Bild vermitteln.

Auch in den *Quercetum pubescentis praecarpaticum*-Aufnahmen von FUTÁK in der westlichen Slowakei finden sich reichlich *Fagion*-Elemente, obwohl es keinem Zweifel unterliegt, dass die *Cotinus coggygria*-Subassoziation dieser Phytozönose die direkte Forsetzung der ähnlichen südlicheren Assoziationen darstellt.

Die Aufzählung dieser herausgegriffenen Beispiele wollte nur die Tatsache beleuchten, dass die einzelnen Forscher unter dem Namen Flaumeichen-Karstbuschwald — wobei die Assoziation oft mit der Art verwechselt wird — eine jeweils andere Phytozönose verstehen, was sich früher oder später störend auswirkt. Diesen Wirrwarr versuchte KNAPP (1942) so zu ordnen, dass er in einem neuartigen Klassifikationsschema geographische Assoziationen unter den Begriff der *Dictamno-Sorbetum*-Hauptassoziation zog. Der schwache Punkt seiner ausserordentlich interessanten und übersichtlichen Einteilung besteht aber darin, dass er bei seiner Klassifizierung nur die Differential - und Charakterarten in Betracht zieht und seine Einteilung auf Grund dieser vornimmt. Die

Nichtberücksichtigung des Charakters des Standortes der Phytozönose hatte dann zur Folge, dass neuestens WENDELBERGER (1954) in seiner wertvollen Arbeit unter *Dictamno-Sorbetum* die ganz verschiedenen und für die Praxis einen grossen Unterschied bedeutenden Phytozönosen des *Querceto-Lithospermetum* und des *Querceto-Cotinetum* zusammenzieht.[3]

Die endgültige Klarlegung des Problems der Flaumeichenwälder Mitteleuropas ist ohne die eingehende Aufarbeitung der Flaumeichenwälder Ungarns — des Gebietes, wo diese Phytozönose sowohl in ihrer optimalen Ausbildung als auch im verarmenden Zustand in grosser Ausdehnung vorkommt — wohl schwer möglich. Bis dahin sei es aber gestattet, auf empirischer Grundlage folgende Übersicht zu geben :

In Ungarn lassen sich zwei wichtigere Ercheinungsformen des *Querceto-Cotinetum* (Flaumeichen-Karstbuschwald) unterscheiden. In Transdanubien besteht die allgemeinere, häufigere Erscheinungsform des *Querceto-Cotinetum* aus einem meistens auf Dolomit als Grundgestein wachsenden, xerothermen Buschwaldbestand, wo man die aus Bäumen bestehenden Waldflecken und die diese umgebenden selbständigen Steppenflecken nur schwer voneinander trennen kann. Hier ist die Steppenwiesen- und Felsrasenvegetation wie ein Unterwuchs zwischen den Büschen — hauptsächlich Perückenstrauch zwischen *(Cotinus coggygria)* — und niedrigen Bäumen — hauptsächlich Flaumeiche und Manna-Esche —, sie bildet mit diesen kein ausgesprochen scharfes Mosaik, sondern eher eine Einheit. Diese auch in ihrer Erscheinung submediterranere Form verglich SOÓ (1931) mit der balkanischen Schibljak-Formation. Je mehr man aber im Ungarischen Mittelgebirge nach Norden fortschreitet, desto deutlicher sondert sich eine Erscheinungsform des *Querceto-Cotinetum* ab, wo sich die auch weiterhin hauptsächlich aus Flaumeichen bestehende Baumvegetation (mit gemeiner Esche anstatt mit Manna-Esche) mit den Sträuchern (unter denen inzwischen der Perückenstrauch meist wegbleibt) zu einer Gruppe zusammenschliesst und als selbständiger Buschwaldfleck mosaikartig mit den Steppenwiesenflecken abwechselt. Der mediterrane Charakter des Bestandes nimmt ab und es treten eher östliche, kontinentale Waldsteppenzüge auf (vgl. die Änderung seines klimatischen Charakters bei ZÓLYOMI, 1942). Unter den Bäumen werden die Steppenwiesengewächse immer mehr verdrängt, wobei der Buschwaldteil immer mehr einem schlechtwüchsigen *Querceto-Lithospermetum* zu ähneln beginnt. Im Tornaer Karst ist bereits dieser Zustand anzutreffen, über den sich dann die Verarmung und Veränderung dieser Assoziation gegen das Gebiet des mittleren Hernád oder gegen die westliche Slowakei zu verfolgen lässt.

*

[3] Dabei sind diese beiden keineswegs Synonyme. Das *Querceto-Lithospermetum* ist stets ein geschlossener Hochwald, im Gegensatz zur offenen Mosaikgesellschaft des *Querceto-Cotinetum*.

3. *Caricetum humilis — Stipa pulcherrima subass.*

Der Flaumeichen-Karstbuschwald am Fusse des Nagyoldal wird mit abnehmender Tiefe des Bodens und der Gerölldecke von der *Carex humilis*-Assoziation abgelöst. Auf dem an die Oberfläche hervorkommenden Kalkstein, d. h. auf den felsigeren Teilen des Hanges, trifft man aber eher die *Stipa pulcherrima*-Subassoziation. Sträucher vegetieren hier nur noch verstreut, im Zwergwuchs dahin. Hauptsächlich sind *Prunus mahaleb* und *Cornus mas*, manchmal auch *Fraxinus excelsior* und *Juniperus communis* imstande, mit ihren Wurzeln in die Felsspalten einzudringen und so auch die Trockenperiode zu überdauern. Von den drei wichtigsten Rasenbildnern der verbreitetsten Karstphytozönose des Tornaer Karstes weist *Carex humilis* einen durchschnittlichen Deckungswert von 30%, *Festuca sulcata* einen solchen von 20—30% und *Stipa pulcherrima* einen solchen von 10—60% auf. In dieser Phytozönose sind die unterstehenden endemischen Pflanzen charakteristisch: *Alyssum montanum ssp. brymii*, *Astragalus vesicarius ssp. albidus*, *Campanula sibirica ssp. divergentiformis*, *Carduus collinus*, *Onosma tornensis* (in Ungarn nur bei der Ortschaft Tornanádaska), *Poa scabra*[4], *Pulsatilla grandis ssp. slavica*. In dieser Subassoziation wächst *Jurinea mollis ssp. macrocalathia* (JAKUCS, 1953) und hauptsächlich an jenen Stellen, wo der Übergang in das *Seslerietum* und in das *Caricetum* erfolgt, *Dracocephalum austriacum* (JAKUCS, 1952)[5]. Hier ist der Anteil der Pflanzenarten mit kontinentalem und pontischem Charakter am höchsten (29,6%). Daneben spielen auch die mediterranen Arten eine grosse Rolle (38,5%) (Abb. 8). Dieser Felsrasen ist eine Assoziation, die sowohl auf dem Nagyoldal als auch auf den anderen Karstgebieten unbedingt auf eine ursprüngliche Waldlosigkeit hinweist. Sie kann sich sehr leicht zu einem verunkrauteten *Festucetum sulcatae* degradieren.

[4] Der pannonisch-karpatische Endemismus *Poa scabra* Kit. (Verbreitung und Karte s. TATÁR, 1938) — die sowohl nach der früheren Meinung von SIMONKAI (1882) als auch nach der Überprüfung des Herbarmaterials der Botanischen Sammlung des Budapester Naturwissenschaftlichen Museums meiner Meinung nach dieselbe Art ist wie *Poa pannonica* Kern. (ohne ssp.-Unterschied, s. SOÓ, 1933) — wird vom «Handbuch der ungarischen Pflanzenwelt» (SOÓ—JÁVORKA 1951) als ausgesprochen bodensaure Art gekennzeichnet. ZÓLYOMI (1936) stellt über die Pflanze fest, dass sie auf den Felsen von Vulkangesteinen assoziationsbildend ist *(Poetum scabrae)*. In seiner Arbeit über das Dolomitphänomen erörtert ZÓLYOMI (1942) die Ursachen für die Ähnlichkeit der Vegetation auf Kalkstein und Andesit, doch nimmt er hierbei *Poa scabra* nur ganz ausnahmsweise auf Kalkstein an. Zieht man jedoch die Angabe von BOROS (1938) über das Vorkommen von *Poa scabra* auf Kalkstein im Bükkgebirge sowie die Angaben aus dem Tornaer Karst — sowohl die von DOSTÁL (1933) als auch neuestens eben die von der Probefläche des Nagyoldal — in Betracht, ferner auch die Standorte von *Poa pannonica* (= *scabra*) auf Kalkstein in Siebenbürgen, so darf man behaupten, dass *Poa scabra*, obwohl sie zweifellos eine assoziationsbildende Pflanze der vulkanischen Felsen ist, dennoch auch auf Kalksteinfelsen vorkommt (allerdings nur in einzelnen Individuen, ohne eine selbständige Assoziation zu bilden), wobei sie immer die reliktpflanzenreichen Standorte anzeigt.

[5] In Kenntnis der ungarischen Standorts- und Assoziationsverhältnisse von *Dracocephalum austriacum* teilen wir nicht die Meinung WENDELBERGERS (1954), der *Dracocephalum* als ausgesprochene Waldsteppenflanze kennt und sie für eine Waldsteppenpflanze der postglazialen Wärmezeit hält.

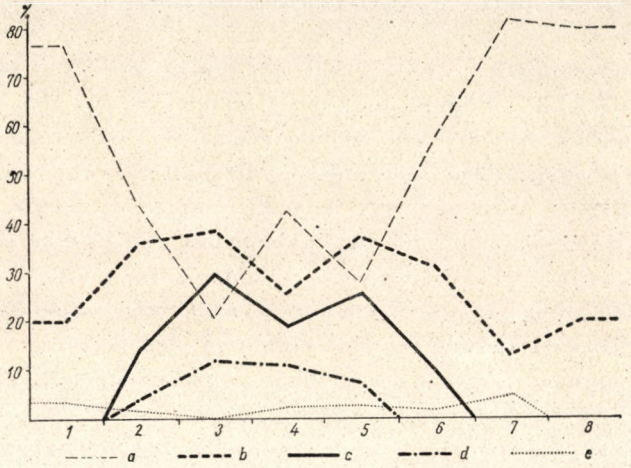


Abb. 8. Die Arealtypenunterschiede der in den Phytozönosen der Probefläche vorkommenden Pflanzen. 1. *Querceto-Lithospermetum- subnudum*-Typ, 2. *Querceto-Cotinetum — Brachypodium pinnatum — Festuca sulcata*-Typ, 3. *Caricetum humilis — stipetosum*, 4. *Seslerietum heuflerianae*, 5. *Caricetum humilis*, 6. *Querceto-Lithospermetum — Brachypodium pinnatum — Waldsteinia*-Typ, 7. *Querceto-Carpinetum*, 8. *Tilio-Fraxinetum*. *a)* eurasisch + europäisch + mitteleuropäisch + alpin, *b)* mediterran + pontisch-mediterran + atlantisch-mediterran + balkanisch + + balkanisch-pannonisch, *c)* kontinental + pontisch, *d)* endemisch, *e)* zirkumpolar + kosmopolitisch

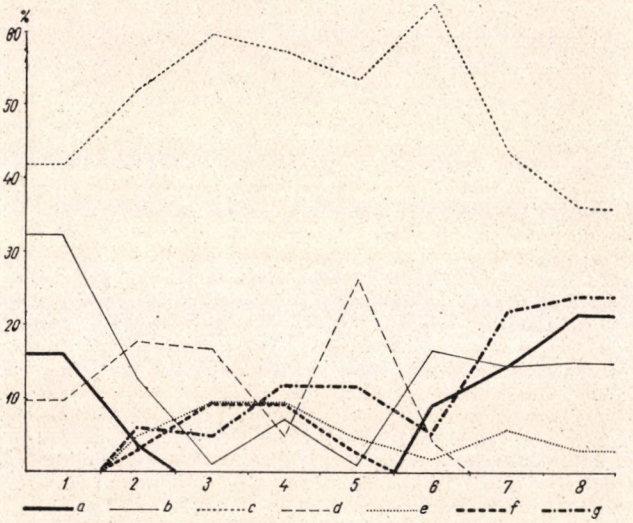


Abb. 9. Die Lebensformunterschiede der in den Phytozönosen der Probefläche vorkommenden Pflanzen. 1—8. Phytozönosen wie in Abb. 8. *a)* = Mesophanerophyten, *b)* = Mikrophanerophyten, *c)* = Hemikryptophyten, *d)* = Therophyten, *e)* = Chamaephyten, *f)* = Nanophanerophyten, *g* = Geophyten

4. *Caricetum humilis*

Während die *Stipa pulcherrima*-Subassoziation die felsigen, steilen Standorte anzeigt, bevorzugt *Carex humilis* die tiefgründigeren Böden der flacheren Standorte. Sie ist eine verbreitete Phytozönose der Kalksteinplateaus und Felskanten des Nordungarischen Mittelgebirges, die sich auch auf dem Nagyoldal am obersten Teil des Hanges auf den sich verflachenden Stellen typisch ausgebildet hat. Im geschlossenen, dichten Rasen der *Carex humilis*-Assoziationen gedeihen im Frühjahr massenhaft *Adonis vernalis*, *Iris pumila*, *Pulsatilla grandis* und *Pulsatilla grandis ssp. slavica* mit ihren Übergängen, *Stachys recta*, *Verbascum phoeniceum* usw. Auffallend ist die grosse Zahl der Therophytenelemente (27,9%) (Abb. 9): *Arabidopsis thaliana*, *Bupleurum affine*, *Cerastium brachypetalum*, *C. pumilum*, *Geranium columbinum*, *Lithospermum arvense*, *Melampyrum cristatum*, *Saxifraga tridactilites*, *Thlaspi perfoliatum*, *Vicia lathyroides*, *Viola kitaibeliana* usw. Dieser Phytozönose wird zweifelsohne beim Bewaldungsprozess der Felsen eine grosse Rolle zukommen (Bodenanhäufungs- und Bodenausbildungstätigkeit). Häufig können in ihr auch *Rosa pimpinellifolia*-Sträucher angetroffen werden. Die Degradation des *Caricetum humilis* kann zu Verunkrautung bzw. mit der Abtragung der Bodenschicht zur *Stipa pulcherrima*-Subassoziation führen.

5. *Seslerietum heuflerianae*

Die herausragenden grösseren Felsen des oberen Hangteiles werden vom *Sesleria heufleriana*-Rasen bedeckt. Dieser ist am Südhang des Nagyoldal unbedingt eine Reliktgesellschaft aus einer älteren Periode, was ausser durch die grosse Zahl der endemischen Arten (10,6%) auch durch den Umstand bewiesen wird, dass sich heute der umgebende Eichenwald an den weniger exponierten Stellen in den *Sesleria*-Rasen hineinzuziehen beginnt. Die Erscheinung und das Gedeihen von *Sesleria heufleriana* in südlicher Exposition lässt den Schluss zu, dass die ökologische Amplitude dieser Pflanze im Nordungarischen Mittelgebirge viel breiter ist, als man bisher auf Grund der Aufnahmen von ZÓLYOMI (1936) im Bükkgebirge angenommen hatte (Exp. NW, N, NE)[6]. Die Pflanze gelangte aller Wahrscheinlichkeit nach noch zur Zeit der Eiszeiten auf die warmen, südlich exponierten Kalksteinfelsen, seither verträgt sie die klimatischen Veränderungen sehr gut und ihr immer stärkeres Sichzusammenziehen ist nicht so sehr auf die für sie bereits ungünstigeren Mikroklimaverhältnisse (nicht wahre mikrotherme Art), als eher auf die (SOÓ, 1944) ökologischen und zönologischen Veränderungen zurückzuführen, die

[6] MEUSEL (1939) stellt von der Art *Sesleria coerulea* ihre breite ökologische Amplitude fest; *Sesleria heufleriana* verhält sich innerhalb eines kleinen Gebietes ähnlich wie diese Art.

durch den vom Plateau des Nagyoldal her vordringenden Wald verursacht wurden (z. B. Beschattung). *Sesleria*-Rasen mit ähnlich südlicher Exposition wie am Nagyoldal finden sich auch im Bükkgebirge (z. B. auf der südlichen Felsennase des Berges Vince Pál bei Répáshuta oder auf den von BOROS [1938] mitgeteilten Felsen des Berges Kúthegy bei Cserépfalu usw.). An diesen Stellen fehlen unter den Arten des *Sesleria*-Rasens bereits die wirklich montanen (subalpinen), an ihrer Stelle sind mediterrane und kontinentale Arten erschienen, *Sesleria* selber fühlt sich hier aber auch weiterhin wohl. *Sesleria heufleriana* ist also bei Berücksichtigung ihrer Standorte in Rumänien (Mezőség, SOÓ, 1944) und in der Ukraine (s. DEYL, 1946) nicht so sehr für einen karpatischen Endemismus (SOÓ—JÁVORKA 1951) als vielmehr für eine karpatische subendemische Art zu halten.

Unter den wenigen zwergwüchsigen Sträuchern des *Seslerietum* ist *Cotoneaster integerrima ssp. nigra* charakteristisch. Für seinen Unterwuchs sind kennzeichnend: *Aconitum anthora*, *Alyssum montanum ssp. brymii*, *Asyneuma canescens*, *Cytisus leucotrichus*, *C. procumbens*, *Thalictrum minus* usw.

6. *Querceto-Lithospermetum — Brachypodium pinnatum—Waldsteinia-Typ.*

Am südlichen, südöstlichen und sich gegen Osten wendenden Saum des Nagyoldal, im Streifen zwischen dem *Querceto-Carpinetum* und *Tilio-Fraxinetum* des Plateaus einerseits und den Felsrasen des Berghanges anderseits finden sich charakteristische Waldflecken, die auf Grund ihres Habitus, ihrer Baumhöhe, ihrer standortskundlichen und ökologischen Verhältnisse bereits zum *Querceto-Lithospermetum* gezogen werden müssen, obgleich der Charakter ihres Unterwuchses einen Übergang zum *Querceto-Cotinetum* und zum Teil auch zum *Tilio-Fraxinetum* darstellt (*Querceto-Cotinetum — Melica—Waldsteinia*-Typ. JAKUCS, 1954). Die Baumschicht dieses Typs wird zum überwiegenden Teil von der Flaumeiche gebildet, mit Traubeneiche, gemeiner Esche und Elsbeere als Mischholzarten. Seine Strauchschicht mit einem Deckungswert von etwa 50% besteht vielenorts aus Sträuchern, die zu Bäumen von 3 bis 4 m Höhe gewachsen sind (*Acer campestre*, *Cornus mas*, *Crataegus monogyna* usw.). Die Baumstämme sind bis zu einer Höhe von 3 bis 4 m astfrei und mit Flechten bewachsen. Die Holzmassenproduktion liegt zwischen der des in der Talsohle befindlichen *Querceto-Lithospermetum* und *Querceto-Cotinetum* (durchschn. 254 m^3 je ha). In seinem Unterwuchs weisen *Brachypodium pinnatum* (hauptsächlich in den Lichtungen zwischen den Bäumen), *Melica uniflora*, *M. picta*, *Waldsteinia geoides* usw. grössere Abundanz-Dominanzwerte auf. In dem artenreichen Unterwuchs spielen die mediterranen und kontinentalen Elemente eine noch grosse Rolle, was den xerothermen Charakter dieser Assoziation bestätigt. Charakteristisch für diese Assoziation am Nagyoldal sind *Anemone silvestris*, *Chrysanthemum corymbosum*, *Coronilla varia*, *Geranium*

sanguineum, *Glechoma hirsuta*, *Iris graminea ssp. pseudocyperus*, *Lactuca quercina*, *Lithospermum purpureocoeruleum*, *Peucedanum cervaria*, *Pulmonaria mollissima*, *Serratula tinctoria*, *Symphytum tuberosum ssp. nodosum*, *Trifolium alpestre* usw.

7. *Tilio-Fraxinetum — Melica—Waldsteinia-Typ*

Auf dem Plateau des Nagyoldal haben sich die Linden-Eschenwälder an den felsigen Hängen der tiefen Dolinen ausgebildet. Die meistens auf nur kleinen Gebieten befindlichen fragmentarischen Flecke sind in ihrer Art äusserst charakteristisch. Die Gruppen aus Sommerlinde, gemeiner Esche, Elsbeere und Traubeneiche zeigen entsprechend dem felsigen, steinigen Standort einen guten Wuchs (im Alter von 50 Jahren eine Höhe von 10—11 m, Stämme bis 6,5 m astfrei, Holzmasse von 230 m^3 je ha). In der spärlicheren Strauchschicht ist *Cornus mas* am häufigsten und *Rosa pendulina* charakteristisch. Im schwarzen Kalkhumus ist ein ausgesprochener geophytenreicher Frühjahrsaspekt anzutreffen (24%). Die Deckung des Rasens ist wegen der Felsen an vielen Stellen unterbrochen, seine zwei ständigen Pflanzen sind *Waldsteinia geoides* und *Melica uniflora*.

8. *Querceto-Carpinetum — Melica uniflora — Carex pilosa- und C. brevicollis-Typen*

Die oberste Region des Nagyoldal gehört in die Eichen-Hainbuchenzone. *Fagetum* hat sich nirgends ausgebildet. Auch die Rotbuche erscheint bloss lokalklimatisch in nördlicher Exposition, manchmal selbst in grösseren Massen, doch können ihre Bestände höchstens als Subbassoziation des *Querceto-Carpinetum* bezeichnet werden. Das *Querceto-Carpinetum* weist im obersten Teil des Nagyoldal mehrere Typen auf. Die drei ausgedehntesten Typen sind der *Carex pilosa*-Typ auf den flacheren Teilen, der *Carex brevicollis*-Typ auf den felsigeren skelettreicheren Teilen und der *Melica uniflora*-Typ auf den wärmeren Teilen mit südlicher Exposition.

Die Hölzer des *Querceto-Carpinetum* sind ausser der Hainbuche und der Traubeneiche die gemeine Esche, der Spitzahorn und die Rotbuche als Einzelhölzer und manchmal auf tiefgründigerem Boden auch die Hängebirke als Überhälter. Obwohl der Eichen-Hainbuchenwald der Probefläche ein noch junger Ausschlagwald ist (35 Jahre alt), gibt er dennoch bereits eine beträchtliche Holzmasse (242 m^3 je ha). Der *Carex pilosa*-Typ wird im Frühjahr am Nagyoldal durch *Asarum europaeum*, *Lilium martagon*, *Majanthemum bifolium*, gegen Ende des Sommers durch *Asperula odorata*, *Bromus ramosus ssp. benekeni*, *Carex pilosa*, *Elymus europaeus*, *Mercurialis perennis* usw. gekennzeichnet und von den übrigen Typen unterschieden. Das Erscheinen von *Carex brevi-*

collis an den felsigen Nord- und Westhängen der Dolinen hängt wohl damit zusammen, dass das Geröll an diesen Stellen nicht in das Tal hinabrollt, sondern sich an den Seiten der Doline anhäuft und den Boden feucht erhält. In diesem Typ sind ausser *Carex brevicollis* im Frühjahr noch *Erythronium dens-canis* sowie *Carex digitata*, *Convallaria majalis*, *Galanthus nivalis*, *Waldsteinia geoides* usw. charakteristisch. In dem *Melica uniflora*-Typ der wärmeren Hänge bildet ausser *Melica uniflora* selber auch *Brachypodium pinnatum* an zahlreichen Stellen einen zusammenhängenden Rasen.

III. Die Ergebnisse der Standortsuntersuchungen

a) *Grundgestein*

Im Gebirge stellt das Grundgestein einen der wichtigsten Standortsfaktoren dar. Bei der Untersuchung des Grundgesteins hat man aber nicht nur auf die Beschaffenheit des Gesteins (z. B. Kalkstein, Dolomit, Tonschiefer usw.) zu achten, sondern man hat mit der gleichen Gründlichkeit auch das Alter des betreffenden Gesteins, seine Lagerungsverhältnisse, seine Gesteinseigenschaften usw. zu untersuchen, die alle einzeln und in ihrer Gesamtwirkung das Bild der sich auf ihm ausbildenden Vegetation bedeutend beeinflussen können. Hierfür seien im nachstehenden zwei Beispiele vorgeführt.

Der Rónabükk genannte Berg (850 m) im Bükkgebirge wird auf der Hälfte seines Südhanges von der Talsohle bis zum Bergkamm von lichtgrauem, lamelligem Kalkstein aus der unteren Trias bedeckt. Auf diesem Standort, der von stark zusammengedrückten und zerbröckelten, an der Oberfläche langsam ständig aufeinander gleitenden Kalksteinplatten gebildet wird, steht ein schöner, alter Buchenwald vom *Asperula-* (bzw. *nudum-)* Typ. Die andere Hälfte des Hanges besteht ebenfalls aus Kalkstein, doch baut sich sein Material stellenweise aus kieselhaltigeren, karbonathaltigeren bzw. mergelhaltigeren (tonigen) Teilen auf. Der von den Tonmineralien stärker verunreinigte Kalkstein kann in grösserem Ausmass an der Bodenbildung teilnehmen, so dass im Gegensatz zu dem auf dem Kalksteingeröll der anderen Hälfte stehenden Buchenwald hier in derselben Exposition und — wie zu sehen war — gleichfalls auf «Kalkstein» als Grundgestein ein *Seslerio-Fagetum quercetosum* vom *Carex humilis*-Typ die Landschaft ziert. Die unmittelbare Ursache für diesen Unterschied dürfte wohl darin bestehen, dass die aufeinandergleitenden Kalkplatten den sich unterhalb von ihnen ausgebildeten Rendzinaboden (der sich wegen der Gesteinsbewegungen nicht anhäufen kann) ständig feucht und kühl halten, während sich auf dem Verwitterungsprodukt des stärker mit Ton verunreinigten Grundgesteins auch ein tiefgründigerer brauner Waldboden auszubilden vermag, dessen grössere Erwärmungs- und Austrocknungsfähigkeit die Entstehung des dortigen Eichenwaldes erklärt.

Auf den nordexponierten, körnigen, metamorphisierten, marmorartigen Kalksteinfelsen aus dem oberen Karbon des neben dem Rakacza-Bach (Cserehát) gelegenen Berges Királyhegy (275 m), in deren Zusammensetzung selbst mit dem Mikroskop keine Verunreinigungen nachgewiesen werden könnten, ist die Bodenbildung so gering (und was sich bildet, wird bald erodiert), dass sich auf ihm selbst das *Tilio-Fraxinetum* nicht auszubilden vermochte. Demgegenüber gedeiht im Jósvatal in völlig ähnlicher Lage und unter völlig ähnlichen Verhältnissen auf hellgrauen Kalksteinfelsen aus der unteren Trias (Anis) ein sehr schöner Wald (Übergang vom *Querceto-Carpinetum* zum *Tilio-Fraxinetum*, vgl. noch die Felsen des Ostromosberges, JAKUCS, 1952).[7]

Vom Gesichtspunkt der Vegetation ist auch die Kenntnis der Streich- und Fallverhältnisse des Grundgesteins (Kalksteins) von grösster Wichtigkeit. So erklärt z. B. ZÓLYOMI (ex. verb.) die Gegenwart des ausgedehnten, aus Steppenwiesen- und Buschwaldflecken bestehenden *Querceto-Cotineum*-Mosaiks auf dem Plateau des Hárskökorhegy im Budaer Gebirge sowie die Erfolglosigkeit seiner Beforstung mit Kiefern damit, dass die Kalksteinplatten parallel zur Plateauoberfläche, horizontal liegen, so dass sich die Wurzeln nur oberhalb der bloss wenige Spalten aufweisenden, zusammenhängenden Kalksteinplatten und innerhalb der dünnen Humusdecke zu verzweigen imstande sind. Die grossen Hitzeperioden des Sommers trocknen den Boden völlig aus, wobei die grosse Dürre zum Teil auch die jungen Kiefern, aber auch die sich gegebenenfalls auszubreiten strebende Verjüngung zugrunde richtet.

Der Fallwinkel der Probefläche am Nagyoldal beträgt im Durchschnitt 35°, seine Fallrichtung 155° (S—SE), seine Streichrichtung 215°, die zutage tretenden Schichtköpfe sind grob bankig und 1 bis 5 m breit.[8] Diese Anordnung der Schichten in südlicher Exposition begünstigt die Verkarstung. Wo nämlich die Humusdecke von diesen Schichtköpfen bereits abgewaschen ist, dort kann der Baum lediglich bei Ausnutzung einer eventuell zwischen zwei Schichtköpfen bestehenden Spalte sein Wurzelsystem in der Fallrichtung den feuchteren Stellen zu vortreiben. Die Ursache, dass man auf den öden Karstgebieten — obwohl selten — dennoch manchenorts kleinere oder grössere mit Bäumen bestandene Flecken (manchmal auch gutwüchsige Baumgruppen) antrifft, ist primär darin zu suchen, dass die Oberfläche des Kalksteinhanges niemals gleichmässig ist. Mit dem Auge nicht erkennbare Vertiefungen (flachekonkavere Teile) wechseln mit stärker herausstehenden, felsigeren (flachenkonvexeren) Teilen. Der sich in den Vertiefungen angesammelte Boden wird schwerer ausgewaschen. Die an diesen Stellen gedeihenden Baumgruppen sind bei der Karstaufforstung als Ausgangsstellen von grösster Bedeutung.

[7] Für die Untersuchung des Alters, der Verunreinigungen und der Struktur der Gesteinsproben ist der Verfasser Prof. K. SZTRÓKAY zu Dank verpflichtet.

[8] Für die Durchführung der Messungen schuldet der Verfsaser Geologen L. JAKUCS, dem Direktor der Aggteleker Tropfsteinhöhle, seinen besten Dank.

Die Kalksteinberge Ungarns weisen in den meisten Fällen physikalisch-geographische (geomorphologische) Karsterscheinungen auf. Vom Gesichtspunkt der Vegetation kommt den oberflächlichen grossen Karsterscheinungsformen, den Dolinen, den Ponoren, den Höhlenöffnungen usw. eine wesentliche Rolle zu. Die die eintönige flache Plateaufläche unterbrechenden Dolinen bedeuten z. B. für die Vegetation eine häufige Expositionsänderung. Dementsprechend finden sich an solchen Stellen dichte, mosaikartig angeordnete, fragmentalisch ausgebildete Flecken von Assoziationen bzw. Assoziationstypen. Hierfür gibt es zahlreiche Beispiele in jeder beliebigen Kalksteingegend Ungarns. So wechseln z. B. auf dem Plateau des Nagyoldal entsprechend dem dichten Netz von tiefen, mächtigen Dolinen (der Durchmesser dieser Dolinen erreicht manchmal 100—150 m, ihre Tiefe häufig 30 m) die Eichen-Hainbuchentypen regelmässig mit fragmentalisch ausgebildeten Linden-Eschenwäldern ; die südexponierten Dolinenhänge sind mit Eichen-Hainbuchenwäldern vom *Melica*-Typ, die meistens felsigen Nordhänge mit Linden-Eschenwaldfragmenten und die Ost- und Westhänge der Dolinen mit den Übergängen dieser beiden bestanden. Die zwischen den Dolinen befindlichen flacheren Rücken werden von Eichen-Hainbuchenwäldern des *Carex pilosa*-Typs bestockt ; auf dem im Unterteil der Doline angehäuften mächtigen, feuchteren Boden bildet in der Regel die Zitterpappel *(Populus tremula)* (am ehesten als Überhälter) kleinere zusammenhängende Flecke.

Die übrigen geographischen Karstformen — Schlucklöcher, Schlote und Höhlen (besonders die nahe zum Eingang gelegenen Teile der letzteren) — dienen zum Teil schon wegen der aus ihnen ständig herausströmenden kühlen Luft in jedem Falle als Zufluchtsort für die mikrothermen Reliktpflanzenarten. Als Beispiel hierfür sei einerseits auf die Abhandlung über die Vegetation des Einganges der Szilice-Eishöhle (Boros, 1935) und andererseits auf die — im Vergleich zu ihrer Umgebung — mikrotherme Vegetation der tiefen Ponore in der Umgebung von Aggtelek (Jakucs, 1954) verwiesen.

Besonders und eingehender soll hier der auf der Oberfläche des Kalksteins vor sich gehende physikalisch-geographische Verkarstungsprozess, die Bildung von Karren, und der Zusammenhang dieses Prozesses mit der Vegetation behandelt werden.

Als Karren werden im allgemeinen die auf der Oberfläche des Gesteins befindlichen Unebenheiten (Furchen) bezeichnet. (Im weiteren sind unter dem Begriff Karren immer die ungarischen Karrenformen, in erster Linie die auf der Oberfläche des Kalksteins vorhandenen kleineren Löcher, Spalten und Furchen zu verstehen.) In Ungarn gibt es an zahlreichen Orten Karrenbildung, die schönsten Karrenerscheinungen finden sich jedoch zweifellos auf dem Gebiete des Tornaer Karstes.

Mit der Entstehung der Karrenformen befasst sich eine grosse Literatur. Seit dem Anfang des 18. Jahrhunderts bis zu unseren Tagen beschäftigte sich eine lange Reihe von Arbeiten und Abhandlungen mit den Fragen der Entstehung der Karren, vor allem in den Kalksteingebieten der Alpen und im jugoslawischen Karst. (Eine Zusammenfassung der diesbezüglichen Literatur s. bei Eckert, 1896, Lindner, 1930 usw.) Die sich mit der Erforschung der Karren befassenden grossen Geographen der Jahrhundertwende, wie Eckert, Cvijič, Penck usw.

schrieben nach Berücksichtigung der bis dahin erhaltenen Untersuchungsergebnisse und nach Zusammenfassung der über die Entstehung der Karren geäusserten Ansichten die Ausbildung der häufig bizarre Formen aufweisenden Karren in erster Linie der Korrosionswirkung des den Kohlendioxyd der Luft aufnehmenden Niederschlages zu, der durch die strukturell bedingten feinen Risse in den Kalk eindringt und ihn so auslaugt.

LINDNER schreibt in seiner grossen Arbeit über die Karren (1930) zusammenfassend folgendes: «Die Karrenbildung ist bedingt durch mannigfache, zum Teil unabhängige Faktoren: solche, die in der Art des Gesteines begründet sind (petrographisch-chemische Zusammensetzung, physikalisch-strukturelle Eigenschaften) und andere, die gleichsam an das Gestein

Abb. 10. Infolge der Wirkung der Wurzeltätigkeit entstandene Karrenlöcher in dem an die Oberfläche gelangten Kalksteinfelsen bei Aggtelek. (Magyar Foto, HOLLENZER)

herangebracht werden (Klima bzw. Höhenlage, damit zusammenhängend Beschaffenheit der Atmosphäre, Temperatur, Wirkung von Schnee und Eis, Spaltenfrost, tektonische Vorbereitung des Karrenphänomens, glaziale Vorbearbeitung des Bodens, Einfluss der Vegetation und der Humusschicht)». (Unter Vegetation versteht LINDNER ausschliesslich die niederen Pflanzen, d. h. die Kryptogamen.)

An dieser Stelle soll der Zusammenhang zwischen der höheren Vegetation und den Karren bzw. die karrenausbildende Wirkung der höheren Pflanzen näher beleuchtet werden. Wenn man die Literatur über die Karren überblickt, so ist ersichtlich, dass diese Frage immer nur nebenbei behandelt wurde. Zwar zielt ECKERT (1902) darauf hin, dass die in den Wurzeln der Pflanzen befindlichen Säuren die Entstehung von Karren begünstigen, doch sehen die späteren Forscher in den höheren Pflanzen eher ein Hindernis für die Karrenbildung. In diesem Sinne äussert sich auch z. B. SAWICKI (1909), der behauptet, dass «die Karrenform solange nicht entwicklungsfähig bleibt, solange der Deckmantel nicht weggeschafft, die Kalkoberfläche nicht entblösst wird». Auch der grosse ungarische Botaniker DÉGEN nimmt in ähnlichem Sinne Stellung (1936): «Sie (die Karren) entstehen dort, wo keine schützende Vegetations- oder Humusdecke das Gestein gegen chemische Erosion schützt, oft genügt auch der Schutz einer Geröll-

decke, um die Karrenbildung hintenanzuhalten». BULLA erklärt in seiner «Allgemeinen Natürlichen Geographie» (1954) geradezu, dass «die dichte Pflanzendecke nicht günstig für den Prozess der Karrenbildung ist».

LEEL—ŐSSY (1952) versucht auf Grund seiner Karrenforschungen in Ungarn in dieser Frage auf dem Mittelweg zu bleiben. Zwar deutet er an, dass die Anzeichen dafür sprechen, dass man selbst unter der Vegetation und dem Boden Karren finden kann, «doch ist es zweifellos — schreibt er —, dass die Vegetation durch ihre Mitwirkung an der Bodenentwicklung die Entstehung von Karren hemmt». Laut LEEL—ŐSSY zieht das Fortschreiten der Karrenbildung geradewegs das Absterben der Vegetation nach sich. Während des Entstehungsprozesses der Karren «werden die Karrenböden immer charakteristischer und schärfer und ragen immer dichter aus der Oberfläche heraus. Die Oberfläche wird immer unbegehbarer. Der die Furchen ausfüllende Boden verschwindet langsam vollständig und zusammen mit ihm verschwindet auch die Vegetation. Der Wald wird zuerst von Gebüsch, dann von dichten degradierten Sträuchern abgelöst, schliesslich wird das Karrenfeld zu einer öden und kahlen Felsenfläche». LEEL—ŐSSY sieht die Reihenfolge der eintretenden Veränderungen völlig richtig, doch packt er das Wesentliche — ähnlich wie viele andere sich mit der Karstforschung beschäftigende Geographen — von der falschen Seite an. Er stellt nämlich die Karrenbildung als Ursache in den Mittelpunkt des Prozesses und erklärt das Aussterben der Vegetation mit dem Fortschreiten der Karrenbildung. In der Wirklichkeit ist jedoch der Ablauf dieses Prozesses gerade umgekehrt. Als Folge der Degradation des Waldes wird auch der Boden immer stärker abgetragen (in verhältnismässig recht kurzer Zeit) und es gelangt die bereits seit alters her ausgebildete (inzwischen vielleicht öfters mit Erde bedeckte und wieder kahlgewaschene) Karrenform an die Oberfläche. Und wenn eine weitere Degradation (Weide, Brand usw.) wiederholt zu einer neuerlichen Auflichtung der Vegetation beiträgt, so wird der Boden noch mehr abgetragen, wodurch die Karren dann noch mehr freigelegt werden.

Die oben geschilderte, allgemein anerkannte Anschauung über das Verhältnis zwischen Vegetation und Karren stammt einerseits daher, dass die sichtbaren Karrenformen meistens nackt sind. Die unterhalb der Vegetation befindlichen, mit Erde bedeckten Kalksteinflächen und deren Karrenformen gelangen nur selten an die Erdoberfläche (Bodenaufschliessungen, Gruben usw.). Andererseits stammt diese die Rolle der Vegetation vernachlässigende Anschauung daher, dass in den Alpengebieten und im allgemeinen in den Gegenden mit einem mediterraneren Klima, wo die meisten solche Untersuchungen erfolgten, die gewaltigen Niederschlags- und Schmelzwassermengen die Oberfläche des Kalksteins tatsächlich sozusagen vor unseren Augen formen. Und da an den herausragenden Felsen zumeist nur entwickelte Flechten- und Moosbestände anzutreffen sind, ist es leicht begreiflich, dass ein Grossteil der Forscher das Verhältnis zwischen Pflanze und Karren nur in der verwitternden Rolle der Flechten und Moose sowie in der geringfügigen Lösungswirkung der von diesen stammenden Säuren sieht.

Es sei noch die bekannte Tatsache erwähnt, dass die im Boden befindlichen Humussäuren zur Zerstörung des Gesteins beitragen können, sofern sie mit dessen Oberfläche in Berührung kommen. ECKERT (1898) stellt die allgemeine Regel auf, dass die Humussäure einer mit Erde bedeckten Kalksteinfläche, wenn sie in die Tiefe gewaschen wird, so sehr die Auflösung des Gesteins fördert, dass an dessen Oberfläche niemals grobe oder gezackte Formen zu finden sind. Das heisst, dass sich nach ECKERT unter der Humusdecke selbst die noch vorhandenen Karren glätten.

Im Gegensatz zu den hier geschilderten, allgemein anerkannten Ansichten — bzw. zum Teil für sie — sollen in Kenntnis der neuesten pflanzenphysiologischen und bodenbiologischen Forschungen im nachstehenden einige neue Gesichtspunkte in die Diskussion gewörfen werden.[9] Das Wesen dieser ist: die höhere Vegetation trägt durch die säureausscheidende Tätigkeit ihrer Wurzeln sowie durch die Sammlung der Mikroorganismen des Bodens um ihr Wurzelsystem und durch die so gesteigerte Säurebildung sehr stark zum Prozess der Karrenbildung unter der Bodenoberfläche bei, so dass sie eine der primären Ursachen der Ausbildung von Karren sein kann.

Im Lehrbuch von SACHS (1865) wurde zuerst jener heute bereits als klassisch ansprechbare Versuch beschrieben, bei dem er die auf Kalkstein anzutreffenden Wurzelabdrücke so nachahmte, dass er geschliffene Marmorplatten in Töpfe legte, auf sie Sand goss und danach Pflanzen in die Töpfe setzte. Nach einer gewissen Zeit erschienen auf den Platten durch die Korrosion hervorgerufene Zeichnungen, die mit dem Verlauf der Wurzeln übereinstimmten. Diese Tatsache wird von FREY—WYSSLING (1949) kurz wie folgt zusammengefasst: die Wurzeln scheiden im Zusammenhang mit der Stoffaufnahme Säuren aus, von denen die Kohlensäure die wichtigste ist. In dem zusammenfassenden Werke von FEHÉR (1954) über die Boden-

[9] Für die Überlassung der pflanzenphysiologischen Literatur sei hier Adjunkten L. PÓLYA der beste Dank ausgesprochen.

biologie werden unter den biologischen Faktoren der Bodenausbildung auch die höheren Pflanzen erwähnt, deren Wurzeln die Felsen des Untergrundes sprengen und die durch die Produktion von Kohlensäure und anderen lösenden Sekreten die noch unzersetzten Teile zersetzen.

Gleichwertig der Säureausscheidungswirkung des Wurzelsystems von höheren Pflanzen scheint die Tatsache zu sein, dass die Pflanzenwurzeln infolge ihrer ständigen Ausscheidung von verschiedenen organischen Verbindungen in den Boden gleichsam eine Anziehungskraft auf die Bodenbakterien und andere Mikroorganismen ausüben und diese um sich sammeln (MAXIMOW, 1948). Diese Mikroorganismen führen im Laufe ihrer Lebensaktivität dem Boden Säuren und Kohlendioxyd zu, was in hohem Grade zur Ausbildung der Karren beiträgt. FEHÉR schreibt in seiner oben angeführten Arbeit: «Die Bodenbakterien und Pilze... nehmen teils unmittelbar an der Zersetzung der das Gestein bildenden Mineralien teil (Schwefel-, Eisenbakterien usw.) und teils — und dies ist ihre wichtigste und allgemeinste Tätigkeit — mittelbar durch ihre Stoffwechselprodukte (CO_2, NO_2, NO_3, SO_4 und organische Säuren)».

Auch RIPPEL—BALDES (1952) behandelt ausführlich die Möglichkeiten der Lösungswirkung der von den Bodenmikroorganismen ausgeschiedenen anorganischen und organischen Säuren. Es ist zu betonen, dass von allen Säuren, die von den Mikroorganismen im Laufe der Karrenbildung produziert werden, die grösste Bedeutung naturgemäss der Kohlensäure zukommt. Die Kohlensäure löst nämlich das Kalziumkarbonat leicht zu gut löslichem Kalziumhydrokarbonat. Dieser Prozess hat bei der pflanzlichen Nährstoffaufnahme aus dem Boden eine sehr grosse Bedeutung, kann aber auch in entscheidender Weise zur Karrenbildung beitragen. Ein gutes Beispiel für das Ausmass der Korrosionswirkung durch die Kohlensäureproduktion der Mikroorganismen stellen die starken Beschädigungen der öffentlichen Gebäude in London dar (PAINE, 1933).

Es ist eine bekannte Tatsache (LUNDEGÅRDH, 1954), dass die atmosphärische Luft verhältnismässig wenig Kohlendioxyd enthält (0,03—0,04 Volumprozent, was 0,00055 g Kohlensäure je Liter entspricht), wogegen die Kohlensäuremenge in der Bodenluft weit grösser ist und gegebenenfalls mehrere Prozente betragen kann. Diese Kohlendioxydmenge ist zum Teil das Ergebnis der Atmungs- oder Abbautätigkeit (z. B. Zelluloseabbau) der Pflanzenwurzeln, zum Teil das der bodenbewohnenden Biozönosen (Bakterien, Bodenfauna usw.).

Auf diese Weise werden die Mikroorganismen zu wichtigen Faktoren der Gesteinsverwitterung und — indem sie sich um die Wurzeln scharen — zusammen mit deren lenkenden und an sich schon verwitternden Tätigkeit auch zu den Triebkräften des Karrenbildungsvorganges.

Einzig und allein mit der Tätigkeit der Wurzeln und Mikroorganismen lassen sich die zahlreichen Karrenformen der ungarischen Kalksteingebiete erklären, z. B. die im Fels schräg nach unten verlaufenden runden Löcher, die wurzelförmigen Rillen usw. (Die Entstehung der runden Löcher versuchte DEGEN (1936) derart zu deuten, dass die Stürme das sich in ihnen angesammelte Regenwasser in eine Wirbelbewegung brachten, die dann die Löcher in das Gestein vortrieb.)

Diese Beweise führen zur Schlussfolgerung, dass die Karrenbildung unter dem Boden und der Pflanzendecke nicht aufhört und verkümmert, sondern im Gegenteil dort intensiv vor sich geht.

Hier ist zu bemerken, dass zur oben skizzierten Lebenstätigkeit der Mikroorganismen mehrere Faktoren notwendig sind. Unter diesen sind besonders eine angepasste Temperatur und ein optimaler Feuchtigkeitsgrad von Wichtigkeit. Dies wird schon durch die Tatsache bestätigt, dass der CO_2-Gehalt des Bodens im Sommer sein Maximum erreicht (FEHÉR, 1954). Ein wärmeres, niederschlagreicheres Klima von mediterranerem Charakter ist also auch für das Pflanzen- und Bodenleben günstiger; eine intensivere Boden- und Pflanzenaktivität beschleunigt wiederum — wie bereits erwähnt — die Karrenbildung. Die gesteigerte Karrenbildung im mediterranen Klima wurde schon von SAWICKI (1909) wahrgenommen, wobei er richtigerweise ihre Ursache in der wärmeren Temperatur und im niederschlagsreicheren Klima suchte, allerdings nicht mittelbar durch die Pflanzen, sondern durch unmittelbare Einwirkung auf die Oberfläche. Sein Standpunkt ist richtig, obwohl sich wahrscheinlich auch die Karrenformen eines Teiles des dalmatinischen Karstes und der Karste des Mittelmeergebietes unter der Pflanzendecke ausgebildet haben dürften, doch hat hier die an der Oberfläche wirkende Korrosion die primären Karrenformen, die mit der (durch menschlichen Einfluss eingetretenen) Vernichtung der Pflanzendecke an die Oberfläche gelangt waren, seither stärker umgeformt.

In Kenntnis der karrenausbildenden Wirkung der Vegetation und der Mikroorganismen muss man die primäre Entstehungszeit der heute an der Oberfläche befindlichen Karren des Tornaer Karstes und des Bükkgebirges wahrscheinlich in einer für die Vegetation günstigeren klimatischen Zeit suchen. Zieht man die neuesten Ergebnisse der Holzkohlenuntersuchungen und der Pollenanalysen in Betracht (zusammenfassend s. ZÓLYOMI, 1952), so wird man finden, dass das Gebiet unseres Landes bloss (!) seit dem letzten Interglazial mehrmals ein weit wärmeres, niederschlagsreicheres Klima aufgewiesen hat als heute. So hat man denn die Haupt-

phasen der Entstehung der ungarischen Karren in diese Zeiten zu verlegen und den Gang der Karrenbildung als einen sich bald beschleunigenden, bald verlangsamenden, aber ständigen Prozess aufzufassen. Infolge der Waldrodungen in den letzten Jahrhunderten sind die Karrenformen vielenorts an die Oberfläche gelangt (solche frisch an die Oberfläche gelangte Formen dürften z. B. die Karren beim Verestó in der Nähe von Jósvafő sein), wo sie jetzt in ihrer Entwicklung unseren klimatischen Verhältnissen entsprechend langsamer fortschreiten, ja sogar auf Wirkung der Insolation eher abbröckeln und auseinanderbrechen (Nagyoldal).

Es erscheint als wahrscheinlich, dass der Prozess der Karrenbildung sowohl heute als auch früher am intensivsten unter den aus Bäumen und Strächern bestehenden Pflanzengesellschaften von mediterran-xerothermem Charakter vor sich ging. Solche Pflanzengesellschaften sind in Ungarn vornehmlich das mit der Flaumeiche charakterisierbare *Querceto-Cotinetum*. Die Felsen am Gipfel des Bélkő-Berges im Bükkgebirge zeigen herrliche Karrenformen. Die Vegetation besteht hier heute aus Felsrasen *(Festucetum glaucae* und *Seslerietum heuflerianae)* und Steppe *(Festucetum sulcatae* und *Caricetum humilis)*. Die am Gipfel des Berges befindlichen Karrenformen haben sich jedoch bereits zu jener Zeit ausgebildet, als an den Standorten der heutigen Felsrasen und Steppenhänge noch Karstbuschwald stand. Heute sind auf dem baumlosen, von jeder Erddecke entblössten Plateau die Karren eher im Untergang begriffen, obwohl sie gerade hier scheinbar am typischsten sind, weil hier der Boden von ihnen am stärksten abgetragen wurde. Am Bélkő-Berg wird dann die unterhalb der Rasengesellschaften gelegene Vegetationszone vom Karstbuschwald gebildet. Hier ist der Gang der Karrenbildung auch heute intensiver, die alten, knorrigen, zähen, zwergwüchsigen, um ihren Fortbestand stärker kämpfenden Bäume dringen unerbittlicher in die Felsspalten ein als im gutwüchsigen, auf einer mächtigen Bodenschicht stehenden Wald am Fusse des Hanges, wo die Karrenbildung im Vergleich zum oberen Bergteil erst in sehr geringem Ausmass eingesetzt hat und in einem weit langsameren Rhythmus vor sich geht.

Bei Zuzammenfassung des hier über die Karrenbildung Gesagten wird man feststellen dürfen, dass das Bodenleben unbedingt zur Karrenbildung beiträgt. Insbesondere der Umstand, dass ein grosser Teil der sich um die Wurzeln scharenden Mikroorganismen und auch die Wurzeln selber im Interesse ihrer Ernährung das Gestein durch die Ausscheidung von Säuren lösen, fördert das Fortschreiten der Karrenbildung. Auch die Feuchtigkeit und das Regenwasser sickern in erster Linie längst der Wurzeln in die Tiefe, da diese infolge ihrer Sprengwirkung leichter in die Risse des Kalksteins eindringen können. Die Karrenbildung ging zu jeder Zeit und geht auch heute am intensivsten unterhalb der an der äussersten Grenze der Vegetationsmöglichkeiten stehenden zähen, zwergwüchsigen, mit Sträuchern durchsetzten Wälder und Buschwälder vor sich. Auf diese Weise kann das Wurzelsystem der höheren Pflanzen durch seine unmittelbare und mittelbare chemische Wirkung eine der Hauptursachen für die Ausbildung der Karren sein.

Weniger gilt das hier Gesagte für die aus gewaltigen Formen bestehenden Karren der Alpen, wo die primäre karrenbildende Rolle zweifellos den Gletschern, dem Schneewasser und anderen Wässern zukommt.

Bodenverhältnisse[10]

Sowohl auf dem Kalkstein des Tornaer Karstes als auch auf dem des Bükkgebirges sind zwei Bodentypen weit verbreitet : die humusreichen Rendzinaböden und die tiefgründigeren, lehmigen braunen Waldböden. Diese beiden

[10] Unter freundl. Mitwirkung von P. STEFANOVITS, Leiter der Bodenkundlichen Abteilung des Agrochemischen Forschungsinstituts, Budapest.

stehen sehr oft miteinander in einer engen Beziehung. Häufig können sie nur in degradiertem Zustand angetroffen werden, so dass dann ihre Bestimmung schwieriger ist. Häufig haben sie sich unmittelbar auf dem Grundgestein aus Kalk ausgebildet, ein andermal wiederum auf fossilen Bodenbildungen. Die hauptsächlichen Abweichungen, die trotz der Ähnlichkeit der Böden der beiden Gebiete bestehen, lassen sich aus den Unterschieden erklären, die eine Folge der verschiedenen klimatischen und morphologischen Verhältnisse des wesentlich höheren, kühleren Bükkgebirges einerseits und des aus weiten, flachen, grossen, wärmeren Plateaus bestehenden Tornaer Karstes anderseits sowohl heute wie auch während der vergangenen Klimaänderungen sind.

Mit der kurzen Beschreibung der Böden der Probefläche sollen zugleich auch die verbreitetsten Bodentypen der Kalksteinplateaus des Tornaer Karstes charakterisiert werden.

Am Fusse des Nagyoldal hat sich unter dem *Querceto-Lithospermetum* tiefgründiger brauner Waldboden ausgebildet. Seit langen Jahrtausenden häufen sich hier das am Hang heruntergeglittene Geröll und die abgewaschenen Verwitterungsprodukte an. Die verdickte Bodendecke verpodsoliert sich nicht (ihr pH-Wert beträgt an der Bodenoberfläche 7,3 und in einer Tiefe von 20 cm 6,6), u. a. auch deshalb nicht, weil die Aufschüttung durch die mit Kalzium gesättigten Verwitterungsprodukte, die ohne Unterlass von den höheren Hängen herabrollen, die Versäuerung verhindert.

Unterhalb der den mittleren Teil des Berghanges grösstenteils bedeckenden Phytozönosen *(Festucetum sulcatae* und *Caricetum humilis stipetosum)* findet sich humusreichere und skelettreiche braune Rendzina. Der an Ort und Stelle entstehende Boden vermag sich nicht anzuhäufen, die Verwitterungsprodukte werden ständig zusammen mit dem Kalksteingeröll den Hang hinuntergewaschen. Zwischen den braunen Waldböden des Hangfusses und den braunen Rendzinaböden der Steppenwiese liegt eine Übergangszone mit einer mosaikartigen Mischung der beiden Böden. Auf den Stellen mit mächtigerem Boden haben sich die Buschwaldflecken des *Querceto-Cotinetum* und auf den flachgründigeren Stellen seine Steppenwiesenteile ausgebildet. Auch an einzelnen Stellen der in der Hangmitte bereits zusammenhängenden Steppenwiese finden sich kleinere oder grössere Waldflecken (in den flachen Vertiefungen des Kalkgesteins) und unter diesen sind die Böden—ähnlich wie unter den Buschwaldteilen — stets tiefgründiger. Die im oberen Drittel des stark mit Steinen durchsetzten braunen Waldbodens dicht anzutreffenden Tiergänge, die mit aus der Tiefe heraufbeförderter Roterde angefüllt sind, weisen darauf hin, dass die Buschwaldteile an diesen Stellen nicht sekundär entstanden sind, sondern eher den Charakter von Relikten aufweisen und nun wegen der durch die Degradation bewirkten Bodenabtragung immer mehr zusammenschrumpfen.

Unter den ursprünglichen Felsrasen des oberen Drittel des Berghanges, unter dem *Seslerietum heuflerianae* und dem *Caricetum humilis* befindet sich

humusreiche, krümelige schwarze Rendzina. Der Boden des *Seslerietum* ist in den Felsspalten dünner, unterbrochener, der des *Caricetum humilis* auf der flacheren Kalksteinoberfläche zusammenhängender, mächtiger. Die dichte Rasenvegetation legt an beiden Standortstypen Zeugnis vom starken Humusgehalt ab.

Die Bodenschicht unter dem *Querceto-Lithospermetum — Brachypodium pinnatum — Waldsteinia*-Waldtyp gleicht sehr dem Boden unter den Buschwaldteilen des *Querceto-Cotinetum*. Unter der den vielen Kräutern entsprechend ausgebildeten mächtigeren, krümeligen Humusschicht (10 cm) findet sich bis zum Grundgestein eine von Tiergängen durchzogene skelettreiche polyedrische Roterde (60 cm). Die Böden der *Querceto-Carpineta* des Hochplateaus sind in der Oberschicht leicht humushaltige, braune Waldböden, deren Tiefe unter den verschiedenen Waldtypen schwankt (10—60 cm).Unter den *Tilio-Fraxineta* der Dolinenfelsen wird der Boden von schwarzem Kalkhumus gebildet, der sich unter den aufeinander gehäuften Felsblöcken in grössere Tiefen hinunterziehen kann.

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen des Buschwaldteils des *Querceto-Cotinetum*, der bei der Aufforstung der öden Karstflächen in erster Linie als Ausgangspunkt in Betracht kommt, sollen in der nachstehenden Tabelle mit den Bodenuntersuchungsergebnissen der ihm am nächsten stehenden zwei benachbarten Phytozönosen (*Querceto-Lithospermetum — Brachypodium pinnatum — Waldsteinia*-Typ und *Festucetum sulcatae*-Typ) verglichen werden:

	pH	Y_1	Y_2	Humus	hy	T	S	V
Querceto-Cotinetum Buschwaldteil:								
0—20 cm	6,4	11,2	—	6,5	5,9	114,8	35,5	29,0
Tiergänge enthaltende Schicht	5,6	79,4	37	4,2	5,7	78,3	19,0	34,0
Querceto-Lithospermetum — Brachypodium pinnatum — Waldsteinia:								
0—20 cm	6,8	7,7	—	8,2	6,1	84,3	46,5	55,0
Querceto-Cotinetum Steppenwiesenteil:								
0—10 cm	7,2	2,7	—	9,9	6,1	99,4	52,4	52,7

In den vier verglichenen Proben sind das adsorbierte Mg (10 Gewichtsprozent), das K (2—3 Gewichtsprozent), das Na (0,2—1 Gewichtsprozent) mit ungefähr gleich grossen Werten vertreten, und überall dominiert das Ca (85 Gewichtsprozent).

Unter den vier Bodenproben fällt jedoch das von den Tiergängen durchzogene Material infolge seines abweichenden Charakters in die Augen: die verhältnismässig hohen Werte der hydrolytischen Azidität (Y_1) und der Austauschazidität (Y_2), der kleinere Prozentsatz der Summe der adsorbierten Kationen (S) und der kleine Sättigungswert ($V\%$) legen Zeugnis davon ab, dass sich unter der heutigen Bodendecke in den Hohlräumen des Kalksteins auch in grösseren Mengen terrestrische Bildungen eines älteren geologischen Zeitalters befinden können und dass dieses Material von den Tieren in das höher gelegene Bodenprofil gefördert wurde. Diese Tatsache bestätigt den Reliktcharakter der Waldflecken, d. h. dass sich diese Waldflecken auch in der Mitte des Nagyoldal-Hanges bis zum heutigen Tage erhalten hätten, wenn die Bodenabtragung nicht fortgeschritten wäre. Die ähnlichen Sättigungswerte ($V\%$) des geschlossenen Waldes des *Querceto-Lithospermetum* und der Steppenwiese des *Festucetum sulcatae* unterstützen die Annahme, dass die Böden der sekundären oder grösser gewordenen Steppenrasenflecken ursprünglich im dickeren Zustande für den Waldbau geeignet waren und dass sie bei einer neuerlichen Anhäufung wiederum dafür geeignet sein werden.

Mikroklima

Über die Mikroklimaverhältnisse der Probefläche wurde bereits im Jahre 1954 ausführlich berichtet (JAKUCS, 1954). Aus diesem Grunde seien hier nur kurz die wesentlichsten und wichtigsten Merkmale hervorgehoben.

Die ausgeglicheneren Werte des Mikroklimas im *Querceto-Lithospermetum subnudum-Typ* der Talsohle sowie das unter dem Einfluss der Talnähe stehende kühlere und feuchtere Mikroklima schafft für den Wald günstige Bedingungen. Der infolge der Beschattung, der Windgeschütztheit und nicht zuletzt infolge der Wirkung der Streudecke feuchtere, gleichmässig temperierte Boden fördert das Erstarken der Verjüngung und gewährleistet das normale dynamische Gleichgewicht des Waldes.

Die Phytozönose des *Caricetum humilis stipetosum* in der Mitte des Hanges hat ein sehr warmes und sehr trockenes Mikroklima. Die Mosaikgesellschaft des zwischen diesen beiden Phytozönosen anzutreffenden Flaumeichen-Karstbuschwaldes steht (wenn man die Werte seiner Mosaikteile zusammenzieht) im ganzen genommen zwischen Hochwald und Steppe. Betrachtet man jedoch das Mikroklima der einzelnen Mosaikteile gesondert, so wird man finden, dass die Temperaturverhältnisse der Buschwaldteile kaum etwas höher als beim *Querceto-Lithospermetum* sind. In den Buschwaldteilen ist die Lufttrockenheit, d. h. die Verdunstung dagegen mehr als zweieinhalbmal so gross wie in dem ein feuchteres Mikroklima aufweisenden geschlossenen Wald und bloss kaum einhalbmal weniger als im Steppenwiesenteil des Mosaiks. Dieser zeigt wieder höhere Temperaturwerte und eine grössere Verdunstung als der Felsrasen

(Caricetum humilis stipetosum) (Abb. 11). Die Erklärung hierfür ist, dass auf den Lichtungen des Mosaiks die ausgleichende, mässigende Wirkung des Windes

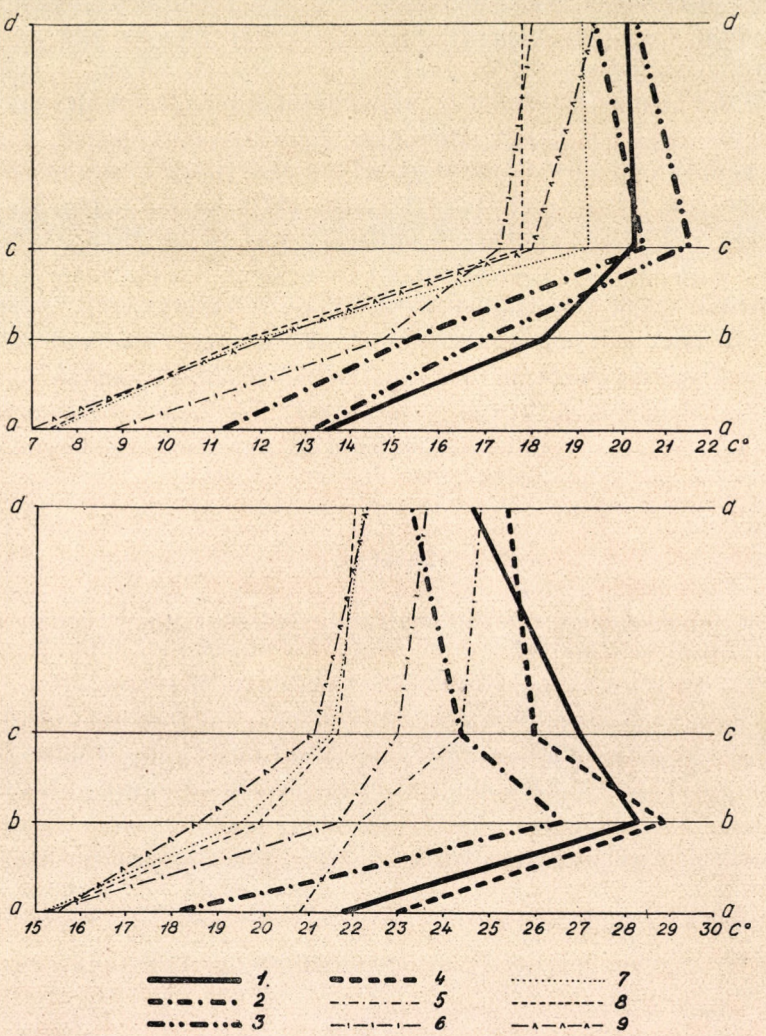


Abb. 11. Die Änderung der Temperaturdurchschnittswerte am Nagyoldal im Frühjahr und Sommer, im Boden, an der Bodenoberfläche, in 20 cm und in 2 m Höhe über dem Boden. 1. *Caricetum humilis — stipetosum.* 2. *Caricetum humilis.* 3. *Seslerietum heuflerianae.* 4. *Querceto-Cotinetum* — Steppenwiesenteil. 5. *Querceto-Cotinetum* — Buschwaldteil. 6. *Querceto-Lithospermetum — Brachypodium pinnatum—Waldsteinia*-Typ. 7. *Querceto-Carpinetum — Carex brevicollis*-Typ. 8. *Querceto-Carpinetum — Carex pilosa*-Typ. 9. *Tilio-Fraxinetum. a)* 20 cm tief im Boden, *b)* an der Bodenoberfläche, *c)* 20 cm über dem Boden, *d)* 2 m über dem Boden

nicht zur Geltung gelangt und dass hier bis zu einem gewissen Grade Wärmekessel entstehen. Diese Temperaturverhältnisse verursachen dann die frühere Austrocknung des Bodens in den Steppenwiesenteilen des *Querceto-Cotinetum*

und wirken sich auch ungünstiger auf den Holzwuchs des Buschwaldteiles aus. Ebenfalls auf das spezielle Mikroklima des Flaumeichenwaldteils des Mosaiks dürfte es zurückzuführen sein, dass hier die Aufforstungsversuche meistens erfolglos blieben und dass sich bei diesen der stark austrocknende Boden nur weiter degradierte.

Das Mikroklima der beiden Felsrasen, des *Seslerietum* und des *Caricetum*, zeigt starke Abweichungen voneinander. Das *Seslerietum* ist gleichmässig warm, trocken, ähnlich wie das *Caricetum stipetosum*. Das *Caricetum humilis* weist demgegenüber einen äusserst extremen Charakter auf. In diesem finden sich die grössten Unterschiede zwischen der Tages- und der Nachttemperatur am ganzen Nagyoldal. Eine der Ursachen für die starke nächtliche Abkühlung dürfte darin zu suchen sein, dass das Grundgestein tiefer unter dem schwarzen Kalkhumusboden liegt, so dass die Wirkung seiner Wärmeausstrahlung nicht in Erscheinung tritt, wie dies z. B. beim skelettreicheren *Seslerietum* der Fall ist. Im *Caricetum humilis* ist auch die Taubildung am stärksten und dauert am längsten. Dagegen ist seine Verdungstung (Lufttrockenheit) geringer als bei seiner windigeren, skelettreichen Subassoziation, dem *Caricetum humilis stipetosum*.

Wenn man den Tagesgang des Mikroklimas mit den durch den Jahresgang des Makroklimas charakterisierbaren Klimatypen vergleicht, wird man sehr viele ähnliche Züge finden. Um dies besser zu veranschaulichen, sei im nachstehenden versucht, den Gang des Mikroklimas einer Phytozönose mit den grossen Klimatypen in Parallele zu setzen. Wenn also hier bei der Kennzeichnung der *Carex humilis*-Assoziation der Ausdruck «Mikroklima von kontinentalerem Charakter» gebraucht wird, so ist darunter zu verstehen, dass der Tagesgang des Mikroklimas einen ähnlich extremen Gang aufweist wie der kontinentale Makroklimatyp. Diese Kennzeichnung wird auch durch die hier in Abb. 13 (6. Rubrik) gezeigten Arealspektrumuntersuchungen unterstützt.

Von den Wäldern des Hochplateaus des Nagyoldal ist der wärmste und verhältnismässig am meisten Wasser verdunstende, also der trockenste der des *Querceto-Lithospermetum — Brachypodium pinnatum-Waldsteinia*-Typs. Die Werte des Eichen-Hainbuchenwaldes und des Linden-Eschenwaldes stehen sehr nahe zueinander, was wahrscheinlich auf die fragmentarische Ausbildung des *Tilio-Fraxinetum* und auf die ausgleichende Wirkung der mit geschlossenem Walde bestandenen Dolinen zurückgeführt werden kann. Trotz diesem Umstande trat aber die niedrigere Temperatur der Bodenoberfläche im Linden-Eschenwald deutlich in Erscheinung. Obwohl sein Rendzinaboden nur bis zu einer Tiefe von 5 cm gemessen wurde, zeigte er dennoch kaum eine grössere Schwankung als die 20 cm tief gemessenen Böden der Eichen-Hainbuchenwälder. Die Lichtstärke war in den waldigen Pflanzengesellschaften um etwa 30 bis 50% niedriger als in den waldlosen.

Schlussfolgerungen

Die Untersuchung der Phytozönosen und ihrer Standorte ist eng mit den Fragen der Praxis verknüpft. Die Forstwirtschaft, die Wiesen- und Weidenwirtschaft usw. beruhen auf der Ausnutzung der von den Phytozönosen produzierten organischen Stoffe. In Kenntnis der geographischen Lage, der Grundgesteinsverhältnisse, des Bodens sowie des Makro- und Mikroklimas eines Gebietes lassen sich die Entstehung und der heutige Zustand der das Gebiet bedeckenden Phytozönose oder Phytozönosentyps erklären. Da sich nun die Phytozönosen bzw. ihre Typen regelmässig wiederholen, so ist es möglich, in völliger Kenntnis des Zustandes und der Produktion einer Gesellschaft oder eines Typs auch für die anderswo vorkommenden Bestände dieser Gesellschaft allgemeine praktische Folgerungen abzuleiten.

Auf Grund der im obigen geschilderten Phytozönosen- und Standortsverhältnisse der im Tornaer Karst gewählten Probefläche wird man für die Praxis folgende Vorschläge machen dürfen.

Der Femelschlagbetrieb im *Querceto-Lithospermetum subnudum*-Typ führt zu keiner Degradation des Waldes. Auch die vorhandene Holzartenverteilung braucht nicht abgeändert zu werden, höchstens ist in die zweite Baumschicht in gesteigertem Mass die Hainbuche einzubringen (0,4).

Als Ausgangspunkt für die Aufforstung der öden Karstflächen haben unter allen Umständen die Buschwaldflecken des *Querceto-Cotinetum* zu dienen. (Die Ursachen für die Entstehung und Vergrösserung der öden Karstgebiete sind im ersten Teil der vorliegenden Arbeit behandelt.) Der wichtigste Schritt ist die Aufforstung der Steppenwiesenteile des *Querceto-Cotinetum*, d. h. der Zusammenschluss der Buschwaldteile. Dies ist ein sehr langsamer Prozess, der von KLIKA (1945) in seiner Arbeit über den Tornaer Karst wie folgt gekennzeichnet wird: «... wenn die Weidenutzung vor der vollständigen Vernichtung der regressiven Stadien der erwähnten Gruppen durch Tritt und Verbiss aufhört, kehren die obenerwähnten Gruppen durch die Reihe der progressiven Stadien in die Waldsteppe und in die xerothermen Laubwälder zurück». In den meisten Fällen haben sich während des Degradationsprozesses auch die Standortsfaktoren ganz wesentlich geändert (Bodenabtragung, Veränderung des Mikroklimas usw.), wodurch der Vorgang der Rückkehr sehr verlangsamt, oft Jahrhunderte hindurch verzögert wird. Die Aufforstungsversuche müssen unter Berücksichtigung der natürlichen Sukzession ausgeführt werden, wobei der Prozess durch Beschleunigung des Verlaufes der Sukzession abzukürzen ist. Wie sich HORVATIČ (1928) ausdrückt: «L'étude des successions et la détermination des suites successives exactes doivent représenter la base unique et juste du reboisement du Karst naturel étant d'une importance égale à celle du reboisement artificiel». Der erste Schritt ist die von den Rändern der Buschwaldflecken ausgehende, im Interesse der Verdickung der

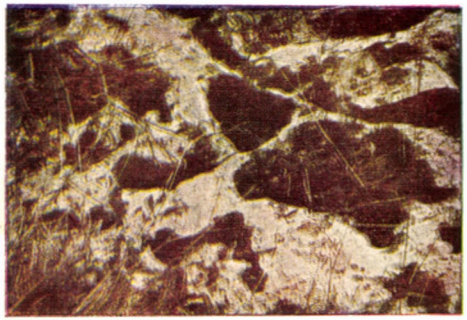


Abb. 12. a. Ansicht von Jósvafő (im Hintergrund der Nagyoldal), im Vordergrund die infolge des Weideganges verkarsteten Kalksteinhänge. (Photo P. STEFANOVITS)
b. Ansicht des nördlich von Jósvafő gelegenen Nagyoldal (Probefläche). (Photo P. STEFANOVITS)
c. Karren am Nagyoldal. (Photo P. STEFANOVITS)
d. Infolge von Degradation durch Weidegang entblösste Kalksteinoberfläche. (Photo P. STEFANOVITS)

Bodendecke durchzuführende Anpflanzung von Büschen vor Holzanbau. In erster Linie kommen *Cotinus coggygria*, *Fraxinus ornus*, *F. excelsior*, *Cornus mas*, *Prunus mahaleb*, *Quercus pubescens*, *Viburnum lantana* und *Ligustrum vulgare* in Betracht. Zeigte sich diese Anpflanzung von Sträuchern erfolgreich, so ist nach 20 bis 30 Jahren (inzwischen sind die eventuell zugrunde gegangenen Sträucher zu ersetzen!) der vollständige Schluss der Mosaikteile durch Setzung von Sämlingen unter die Sträucher zu versuchen. Im Gegensatz zu der weniger betonten Meinung einiger ungarischer Aufforstungsfachleute (HÉDER, 1954) sei also hier hervorgehoben, dass vor jeder eigentlichen Karstaufforstung *stets eine längere Zeit dauernde* Bepflanzung mit Sträuchern zu erfolgen hat. Nach einer vorherigen erfolgreichen Anpflanzung von Sträuchern sind die Sämlinge — in erster Linie Flaumeiche, Zerreiche und Manna-Esche — nicht in bestimmten geometrischen Abständen, sondern bei Ausnutzung und Berücksichtigung des Grundgesteins und der jeweiligen Standortsverhältnisse (Spalten und Vertiefungen, ausserdem die im Laufe der Bepflanzung mit Sträuchern angehäuften dickeren Bodenflecke) auszusetzen. Es ist wichtig, dass die Setzung in einer regnerischen Periode stattfindet, da die Bodenaustrocknung der grösste Feind der Sämlinge ist. Man könnte vielleicht an den Karsthängen auch das in Deutschland erprobte Torftopfverfahren (HOUTERMANS, 1953) ausprobieren, dessen Wesen darin besteht, dass die in Torftöpfen aufgezogenen Sämlinge ohne Umsetzung im Freien ausgesetzt werden. Der Torf besitzt nämlich die Eigenschaft, bei Regen das Wasser selbst bis zum Zehnfachen seines Gewichtes aufzusaugen und es auch in der Trockenperiode lange Zeit hindurch zu speichern. Nach seinem Zerfall verbessert der Torf den Boden. Dieses Verfahren scheint weniger kostspielig zu sein als die Verunkrautung verursachende und den Standort weiter degradierende, häufig völlig erfolglose Setzmethode in Gräben oder Tellern usw. Die Aufforstung der waldlosen Flecke *(Querceto-Cotinetum)* des Übergangsstreifens zwischen dem Hangfusswald und der Steppenwiese würde nicht nur eine Vergrösserung des *Querceto-Lithospermetum*, sondern gleichzeitig auch ein Vordringen des *Querceto-Cotinetum* auf die öden Karsthänge hinauf zur Folge haben. Die neu ausgestalteten, durch Zusammenschluss gebildeten Wälder sind noch lange als Schutzwälder zu betrachten und auch später nur langsam, vom Hange ausgehend vorsichtig in die Produktion einzubeziehen.

Mit dem hier geschilderten Verfahren lassen sich die unfruchtbaren öden Karstflecke des Tornaer Karstes verkleinern, doch wird es niemals möglich sein, sie gänzlich zum Verschwinden zu bringen, da ein Teil der Karstflächen ein primärer, ursprünglicher Zustand ist, dessen Standortsverhältnisse niemals für den Wald geeignet oder wirtschaftlich nutzbar sein können. Ein grosser Teil des *Seslerietum*, des *Caricetum humilis* und des *Caricetum humilis stipetosum* besteht aus nicht beforstbarer öder Karstfläche. In der auf tiefgründigerem Boden gedeihenden *Caricetum humilis*-Assoziation könnte man vielleicht

eine Bestockung mit Schwarzkieferngruppen *(Pinus nigra)* versuchen, doch würde die wirtschaftliche Bedeutung wegen der ohnehin geringen Ausdehnung des Bestandes nur verschwindend klein sein.

Unter den Wäldern des Hochplateaus und seines gegen den Hang zu abfallenden Teiles sind die ein warmes, trockenes Mikroklima aufweisenden Bestände des *Querceto-Lithospermetum — Brachypodium pinnatum—Waldsteinia*-Typs als Schutzwald zu betrachten, wo höchstens die Gewinnung von Dürrlingen oder vorsichtiger Femelschlagbetrieb zulässig ist. Der Abhieb dieses Waldtyps würde zu einer raschen Abtragung des Bodens und über Strauchstadien zur völligen Verkarstung führen. Die Bestände des *Tilio-Fraxinetum* dürfen ebenfalls nur in ähnlich vorsichtiger Weise genutzt werden. In den ausgedehnten Hainbuchenwäldern des Hochplateaus (die heutige Holzartenzusammensetzung lautet : Hainbuche 8, Traubeneiche 2, Buche in Einzelmischung) ist die stufenweise Umwandlung eines Bestandes von folgender Artenzusammensetzung durch Plenterung zu empfehlen : Buche 2, Traubeneiche 5, Hainbuche 3. Die heutigen, nahezu homogenen Hainbuchenwälder stellen nämlich warscheinlich einen sekundären Zustand nach dem Abhieb dar. (Manchenorts scheinen alte Buchen und Eichen als Zeugen für die ursprüngliche und hier empfohlene Artenzusammensetzung zu stehen.) Am Boden der Dolinen kann auch eine regelmässige und gesteigerte Beimischung von Zitterpappelgruppen empfohlen werden.

*

Schliesslich sollen die pflanzengesellschaftlichen, standortskundlichen und wirtschaftlichen Verhältnisse der Probefläche zusammenfassend an Hand eines neuartigen Schaubildes vorgeführt werden (Abb. 13). Obgleich das Schaubild in konkreter Weise die durch Messungen und Untersuchungen festgestellten Verhältnisse der Probefläche am Nagyoldal bei Jósvafő im Tornaer Karst angibt, lassen sich aber die daraus ziehbaren Folgerungen auch auf die ähnlichen benachbarten öden Karstgebiete verallgemeinern, sowie auch auf die sich langsam verkarstenden Südhänge des Bükkgebirges.

Die waagerechten Reihen der Abbildung geben die vom Hangfuss bis zum Plateau vorkommenden Pflanzengesellschaften in der Reihenfolge ihrer Lage an (wenn man die übereinander befindlichen Profilteilchen zusammensetzte, so würde man das zusammenhängende Vegetationsprofil des Nagyoldal erhalten). Wenn man also eine waagerechte Reihe als Phytozönose näher betrachtet, muss man gleichzeitig auch die Verhältnisse der darüber oder darunter befindlichen benachbarten Phytozönose in Betracht ziehen, mit denen die betreffende Phytozönose auch hinsichtlich ihrer Eigenschaften in unmittelbarer Berührung steht.

In der ersten Rubrik der waagerechten Reihen sind die Benennung, die Exposition, die Höhe über dem Meeresspiegel und der Neigungswinkel der

betreffenden Phytozönose angegeben, sowie ausserdem eine schematische Profilskizze ihres heutigen Zustandes.

In der zweiten Rubrik ist ein komplexes Diagramm zu sehen, das die Struktur- und Holzertragsverhältnisse wiederspiegelt und das die Holzmassenproduktion des Waldes und ihren Zusammenhang mit der ganzen oberirdischen Phytozönose darstellt (JAKUCS, 1953). Die Werte dieser Diagramme wurden auf Grund der auf 1 ha bezogenen Werte der 625 m^2 grossen Probeflächen der einzelnen Phytozönosen berechnet. Auf der Abszisse wurden die prozentualen Werte des Deckungsgrades aufgetragen, was bei der Baumschicht dem Schluss entspricht. Die Ordinate zeigt die Höhe in Metern an, u. zw. gesondert für die Spitze der Kronenhöhe, für den Durchschnitt des Kronensatzes (Astfreiheit), für die Höhe der Strauchschicht und für die der Krautschicht. Die schräg von der Hauptachse aus nach unten verlaufende dritte Achse stellt in 100facher Verkleinerung (im Vergleich zu dem bisherigen Massstab) die erhaltenen Holzmassenwerte dar (1 Einheit = 100 m^3). Die sich an deren Ende anschliessende waagerechte Achse gibt den durchschnittlichen Stammdurchmesser an. Das aus diesen Angaben gebildete Prisma drückt getreu den Charakter und den Ertrag der verschiedenen Phytozönosen bzw. Waldtypen aus. Die senkrechte Strichelung auf der dem Beschauer zu gerichteten Fläche des Prismas zeigt den Prozentsatz des Bestockungsgrades an (die vollständige Strichelung der Fläche entspricht einem Bestockungsgrad von 100% = 1,0). Über den Diagrammen sind Stückzahl, Alter und Bonität angeführt. Das Alter wurde den Waldbeschreibungen entnommen, die Bonität beim *Querceto-Carpinetum* für die Hainbuche berechnet (nach GREINER), bei den übrigen für die Eiche (nach FEKETE, 1945). Der Holzertrag wurde je nach der Holzart auf Eiche oder Buche umgerechnet, u. zw. nach den Tabellen von GRUNDNER—SCHWAPPACH. Der Bestockungsgrad wurde aus dem Deckungsgrad berechnet, die übrigen Werte (Höhe, Deckungsgrad, Stückzahl, Durchmesser usw.) beruhen auf konkreten Messungen bzw. auf deren Durchschnittswerten.

In der dritten Rubrik des Schaubildes sollen die charakteristischen Bodentypen der auf Kalkstein anzutreffenden Phytozönose und ihre Profile vorgeführt werden. Die verschiedenen Tiefen des Bodenprofils werden durch die seitliche Einteilung veranschaulicht.

Die zusammenfassende Charakterisierung des anderen wichtigen Standortsfaktors, des Mikroklimas, wird in der sechsten Rubrik gegeben. Da bei den Mikroklimafaktoren — ähnlich wie beim Makroklima — der Charakter ihres Ganges viel wichtiger und kennzeichnender als ihre Durchschnittswerte ist, werden die vierte und fünfte Rubrik dazu benutzt, dies an Hand eines willkürlich herausgegriffenen, konkreten Beispiels zu veranschaulichen : die vierte Rubrik stellt einen Luftmassenerwärmungs- und Luftmassenabkühlungsprozess während 30 Stunden an einem charakteristischen Sommertag im Tornaer Karst (von 8^h am 7. VII. 1953 bis 14^h am 8. VII. 1953) in 20 cm Höhe über der Boden-

oberfläche dar.[11] Die Verbindung der in den einzelnen Phytozönosen erhaltenen Werte miteinander vermittelt ein gutes Bild des Erwärmungs- und Abkühlungsdynamismus der Luftmassen und der sich zwischen den einzelnen Phytozönosen ausbildenden scharfen Mikroklimagrenzen. In der fünften Rubrik werden die Werte der Wasserverdungstung während derselben Zeitspanne vorgeführt. (1 cm Breite entspricht 1 cm^3 verdunstetem Wasser.) Bei der Mosaikassoziation des *Querceto-Cotinetum* bedeuten die nach aussen gerichteten Keile die Verdunstungswerte der Steppenwiesenteile und die nach innen gerichteten die der Buschwaldteile. Die zwischen diesen Werten gezogene Gerade zeigt den Durchschnitt an.

Aus den Standorts- und hauptsächlich aus den Mikroklimaverhältnissen folgt auch der Charakter des Unterwuchses. Dies wird durch die in der siebenten Rubrik befindlichen Arealspektren bestätigt (Eua = eurasisch, Eu = europäisch, Em = mitteleuropäisch, M = mediterran, Kt = kontinental, End = Endemismus, P = pontisch, Pm = pontisch-mediterran, B = balkanisch, Bp = balkanisch-pannonisch, K = kosmopolitisch, Cp = zirkumpolar, Alp = alpin, KárpB = karpatisch-balkanisch).

In der letzten Rubrik ist der Vorschlag angeführt, der auf Grund der in den vorherigen Rubriken angegebenen Standorts- und Phytozönosenverhältnisse zur Ausbildung, zur Behandlung oder zum Schutz einzelner Assoziationen gemacht wurde, d. h. der güngstigste Zustand, der für die Forstwirtschaft erreicht werden kann. Die in derselben Rubrik befindlichen Profilzeichnungen zeigen jenen idealen Zustand, der sich bei richtiger, die wissenschaftlichen Forschungsergebnisse berücksichtigender Behandlung und bei solchen Massnahmen im besten Fall auf den öden Karstgebieten schaffen lässt.

LITERATUR

Bacsó, N.: 1952. A hőmérséklet szélső értékei Magyarországon (1901—1950). (Die Extremwerte der Lufttemperatur in Ungarn 1901—1950. Ungar. u. deutsch.) Budapest.

Boros, Á.: 1935. A Szilicei és Barkai jégbarlangok növényzete. (Die Vegetation der Eishöhlen von Szilice und Barka. Ungar. m. deutsch. Zusammenfass.) Botanikai Közl. **32**, S. 104—114.

Boros, Á.: 1938. Florisztikai Közlemények II. (Floristische Mitteilungen II.) Botanikai Közl. **35**, S. 310—320.

Boros, Á.: 1949. Florisztikai Közlemények III. (Floristische Mitteilungen III.) Borbásia, **9**, S. 28—34.

Bulla, B.: 1954. Általános természeti földrajz. (Allgemeine natürliche Geographie. Nur ungar.) Budapest.

Degen, Á.: 1936. Flora Velebitica. Budapest.

Deyl, M.: 1946. Study of the Genus Sesleria. Praha.

Dostál, J.: 1933. Geobotanický přehled vegetace Slovenského Krasu. Věst. Král. Čes. Spol. Nauk. S. 1—46.

[11] Alle hier angeführten Angaben des *Querceto-Cotinetum* sind Durchschnittswerte der gesondert für den Steppenwiesenteil und gesondert für den Buschwaldteil ermittelten Werte.

PHYTOZÖNOZEN-, STANDORTS- UND WIRTSCHAFTSVERHÄLTNISSE AUF EINEM CHARAKTERISTISCHEN KALKSTEINKARST

(TORNAER KARST, JÓSVAFŐ, NAGYOLDAL)

Die Phytozönosen des Berges Nagyoldal vom Fusse des Hanges bis zum Plateau (Heutiger Zustand)	Komplexes Diagramm des Bestandesaufbaus und der Holzmassenproduktion	Die auf Kalkstein als Grundgestein entstandenen Bodentypen und ihre Profile	Mikroklima eines charakteristischen Sommertages. Vom 7.VII.1954. 8h bis 8.VII. 14h Die Erwärmung und Abkühlung der Luftmassen 20 cm über dem Boden.	Der allgemeine Charakter des Mikroklimas	Arealspektren.	Vorschlag zur Umgestaltung, Behandlung oder zum Schutz der einzelnen Pflanzengesellschaften (Ausbildbarer Zustand)
TILIO - FRAXINETUM (Melica - Waldsteinia Typ) Exp. N 370 m ü.d.M. Neigungswinkel 25°	2669 St 45 jähr. Bonität V	**Rendzina** Krumeliger, an schwarzem Kalkhumusreicher Boden von wechselnder Tiefe		Gleichmässiges, kühles, feuchtes Mikroklima, frischer bzw. sommertrockener Standort	End, M, Pm, Alp, Karp B, Eua, Eu	Vorsichtiger Femelschlag ohne Umgestaltung
QUERCETO - CARPINETUM (Carex pilosa und C. brevicollis Typen) Exp. O 560-570 m ü.d.M. Neigung: 0	4404 St 35 jähr. Bonität IV-V	**Brauner Waldboden** Schwach humusführende Oberschicht, darunter polyedrischer Lehm von wechselnder Tiefe		Gleichmässiges, kühles Mikroklima frischer bzw. sommertrockener Standort	Em, M, Pm, B, Cp, Alp, Atl-M, Eua, Eu	Stufenweise Ausgestaltung eines Bestandes von Fagus 0·2 - Quercus petr. 0·5 - Carpinus 0·3 durch Femelschlag
QUERC.-LITHOSPERM (Brachyp. pinn. - Waldsteinia - Typ) Exp. SSE. 540 m ü.d.M. Neigung: 12°	1752 St 70 jähr. Bonität V	**Brauner Waldboden** Stärker humusführende Oberschicht, darunter skelettreicher polyederischer Lehm		Gleichmässiges, warmes, ausgeglichenes Mikroklima	Em, M, Kt, Pm, B, Bp, Cp, Eua, Eu	Schutzwald, nur Femelschlag (Qu pub., Qu cerr., Qu petr., Sorbus aria)
CARICETUM HUMILIS Exp. SSE 530 m ü.d.M. Neigung: 6-8°	Keine Holzmassen Krautschichtdeckung 95 % Fels 5 %	**Rendzina** Mächtigerer, krümeliger, an schwarzem Kalkhumus reicher B		Extrem schwankendes Mikroklima mit Zügen von kontinentalerem Charakter.	M, Kt, End, P, Pm, Em, Eu, Eua, K, Bp	Gruppenweise Pinus nigra 0·2 Nicht beforstbar. Natürliches Ödland bestätigende Arten: Dracoceph. austr. Jurinea macrocal., Cytisus ciliatus, C procumbens, Lappula heteracantha usw.
SESLERIETUM HEUFL. Exp. SSE 530 m ü.d.M. Neigung: 0-70°	Keine Holzmassen Krautschichtdeckung 70 % Fels 30 %	**Rendzina** Dünner, an schwarzem Kalkhumus reicher Boden.		Warmes, trockenes Mikroklima mit Zügen von pontisch-submediterranem Charakter.	M, Kt, End, P, Pm, Em, B, Bp, Eua, Eu, Cp	
CARICETUM HUMILIS STIPETOSUM Exp. SSE. 480 m ü.d.M. Neigung: 25°	Keine Holzmassen Krautschichtdeckung 80 % Steinschutt 20 %	**Braune Rendzina** Skelettreicher autochthoner und allochthoner Lehm von wechselnder Tiefe		Sehr warmes, sehr trockenes Karr Mikroklima, grosse Lufttrockenheit.	Kt, End, P, Pm, M, Em, Bp, Eu, Eua	Endemismen: Alyssum brymii, Astr. albidus, Campanula diverg., Dianthus lumnitzeri, Onosma torn., Poa scabra, Sesleria heufl. Busch- vor Holzanbau: Cotinus Frax. orn. Cornus mas, Viburnum lant., Ligustrum, Euonymus verr. usw. Später allmählicher Bestandesschluss mit den obigen Arten sowie auch mit Qu. cerris. Schutzwald.
QUERCETO COTINETUM (Brachypodium pinnatum - Festuca sulcata Typ.) Exp. S. 420 m ü.d.M. Neigung: 15°	1168 St 50 jähr. Bonität III.	**Braune Rendzina + Brauner Waldboden** Abwechselnde Flecken von skelettreicher brauner Rendzina (Steppenwiesenteil) und von steinigem braunem Waldboden mit reliktartiger Roterde (Buschwaldteil)		Aufeinanderfolge von Flächen mit einem sehr warmen, lufttrockenen Mikroklima (Steppenwiesenteil) und von solchen mit einem gleichmässigen warmen Mikroklima (Buschwaldteil).	M, Kt, End, Em, P, Pm, Eu, B, Bp, Cp, Eua	
QUERCETO - LITHOSPERM. (Subnudum Typ.) Exp. S. 350 m ü.d.M. Neigung: 10°	816 St 50 jähr. Bonität III	**Brauner Waldboden** Aus den am Fusse des Hanges angehäuften Verwitterungsprodukten entstandener tiefgründiger polyederischer Lehm.		Gleichmässigeres, unter der Wirkung der Talnähe stehendes, kühleres und feuchteres Mikroklima	Em, M, Pm, Bp, Cp, Eua, Eu	Stufenweise Ausgestaltung eines Bestandes von Qu. cerr. 0·3 - Qu petr. 0·3 - Qu pub. 0·3 - Carp. 0·4 durch Femelschlag

Abb. 13

DUGELAY, A.: 1952. La déforestation du Karst en Yougoslavie. Revue Forestière Française, Nancy. S. 827–832.
ECKERT, M.: 1896. Das Karrenproblem. Zeitschrift für Naturwiss. **68**, S. 321–432.
ECKERT, M.: 1898. Die Karren oder Schratten. Petermanns Mitteil. **44**, S. 69–71.
ECKERT, M.: 1902. Das Gottesackerplateau, ein Karrenfeld im Allgäu. Wiss. Ergänz.-Hefte z. Zeitschr. d. Deutsch. und Öst. Alp. Ver. Bd. **1**,
EGGLER, J.: 1941. Flaumeichenbestände bei Graz, B. B. C. **61**, S. 261–316.
EGGLER, J.: 1951. Walduntersuchungen in Mittelsteiermark. Mitt. des Naturwiss. Ver. für Steiermark. **79/80** S. 8–101.
EHWALD, E.: 1953. Der forstliche Wuchsbezirk als Mosaik von Standortseinheiten. Festsitz u. Wiss. Tag. am 17. u. 18. Okt. 1953. Deutsche Akad. d. Landw. z. Berlin. S. 124–146.
ELLENBERG, H. u. ZELLER, O.: 1951. Die Pflanzenstandortkarte. Am Beispiel des Kreises Leonberg. Forsch.- u. Sitzungsber. d. Akad. für Raumforsch. und Landesplanung **2**. S. 11–49.
FEHÉR, D.: 1954. Talajbiológia. (Bodenbiologie. Nur ungar.) Budapest.
FEKETE, Z.: 1945. Fatermési és faállományszerkezeti vizsgálatok a hazai tölgyesekben. (Untersuchungen über Ertrag und Struktur der ungarischen Eichenwälder. Ungar. m. deutsch. Zusammenfass.) Sopron.
FÉNYES, E.: 1847. Magyarország leírása. (Die Beschreibung von Ungarn. Nur ungar.) Budapest.
FÉNYES, E.: 1851. Magyarország geográfiai szótára. (Geographisches Wörterbuch von Ungarn. Nur ungar.) Budapest.
FREY–WYSSLING, A.: 1949. Stoffwechsel der Pflanzen. Zürich.
FUTÁK, J.: 1947. Xerotermná vegetácia skupiny Knazného Stola. Trnava.
HAJÓSY, F.: 1952. Magyarország csapadékviszonyai (1901–1940). (Die Niederschlagverhältnisse von Ungarn. Ungar. u. deutsch.) Budapest.
HÉDER, I.: 1954. Dolomit- és mészkőkopárokra telepített erdők hatásvizsgálata és a kiöregedő állományok felújítása. (Untersuchungen über die Wirkung der auf Dolomit- und Kalkstein-Ödlandflächen gepflanzten Wälder und die Verjüngung von alternden Beständen. Nur ungar.) Erdészeti Kutatások. **2**. S. 87–101.
HORVAT, I.: 1942. Die Pflanzenwelt Kroatiens. Zagreb.
HORVATIČ, S.: 1928. La flore et la végétation du Karst. Zagreb.
HOUTERMANS,: 1953. Torftöpfe. Allg. Forstzeitschrift **8**. S. 160–161.
ISSLER, E.: 1942. Vegetationskunde der Vogesen. Pflanzensoziologie **5**. Jena.
JAKUCS, P.: 1951. Új adatok a Tornai Karszt flórájához, tekintettel a xerotherm elemekre. (Quelques données nouvelles à la flore du Carst de Torna en égard aux éléments xérothermiques. Ungar. m. franz. u. russ. Zusammenfass.) Ann. Biol. Univ. Hung. **1**, S. 245–260.
JAKUCS, P.: 1952. Újabb adatok a Tornense flórájához. (Neue Angaben zur Flora des Tornaer Karstes. Ungar. m. deutsch. u. russ. Zusammenfass.) Ann. Biol. Univ. Hung. **2**, S. 235–243.
JAKUCS, P.: 1953. Pflanzensystematische Angaben aus dem Tornaer Karst. Ann. Hist.-Nat. Mus. Nat. Hung., **3**, S. 79–91.
JAKUCS, P.: 1954. Mikroklimamérések a Tornai Karszton, tekintettel a fatömegprodukcióra és a karsztfásításra. (Relevées microclimatologiques en rapport avec la production de bois et le reboisement des surfaces dénudées [carstiques]. Ungar. m. franz. u. russ. Zusammenfass.) Ann. Hist.-Nat. Mus. Nat. Hung., **5**, S. 149–173.
JURKO, A.: 1951. Vegetácia stredného Pohornádia. Bratislava.
KLIKA, J.: 1933. Studien über die xerotherme Vegetation Mitteleuropas. II. Xerotherme Gesellschaften in Böhmen. B. B. C. **50**, S. 707–773.
KLIKA, J.: 1937. Xerotherme und Waldgesellschaften der Westkarpathen (Biezover Berge). B. B. C. **57**, S. 295–342.
KLIKA, J.: 1945. O vlivu pastvy na rostlinná společenstva Krasového uzemi. Příroda **37**, S. 297–301.
KNAPP, R.: 1942. Zur Systematik der Wälder, Zwergstrauchheiden und Trockenrasen des eurosibirischen Vegetationskreises. Arb. Zentralst. f. Veget.-Kart. d. Reiches, Beil. z. 12. Rundbrief.
LÁNG, S.: 1953. Természeti földrajzi tanulmányok az északmagyarországi középhegységben. (Physisch-geographische Forschungen im nordungarischen Mittelgebirge. Ungar. m. deutsch. u. russ. Zusammenfass.) Földrajzi Közlemények **1**, (77), S. 21–64.
LEEL-ŐSSY, S.: 1952. Karrosodás és karros formák. (Die Bildung von Karren und Karrenformen. Nur ungar.) Hidrológiai Közlöny **32**, S. 298–303.

LINDNER, G. : 1930. Das Karrenphänomen. Petermanns Mitteil. Ergänzungsheft. **208**, S. 1—83.
LUNDEGÅRDH, H. : 1954. Klima und Boden (IV. Aufl.) Jena.
Максимов, Н. А. 1948 : Краткий курс физиологии растений. Москва.
MEUSEL, H. : 1939. Die Vegetationsverhältnisse der Gipsberge im Kyffhäuser und im südlichen Harzvorland. Hercyna **2**.
RAISZ, K. : 1795. Aggtelek helységének földkönyve. (Das Grundbuch der Ortschaft Aggtelek. Nur ungar.) Im Manuskript.
RIPPEL-BALDES, A. : 1952. Grundriss der Mikrobiologie. Berlin.
SACHS, J. : 1865. Handbuch der Experimental-Physiologie. Leipzig.
SAWICKI, L. : 1909. Beiträge zum geographischen Zyklus im Karste. Geograph. Zeitschr. **15**, S. 185—281.
SCHMID, E. : 1936. Die Reliktföhrenwälder der Alpen. Beitr. geobot. Landesaufnahme Schweiz, **21.**
SIMKOVICS (SIMONKAI), L. : 1882. Kirándulásaim a Bihar- és az Iskolahegységekben. (Meine Exkursionen im Bihar- und im Iskolagebirge. Nur. ungar.) Természetrajzi Füzetek **5**, S. 43—56.
SOÓ, R. : 1931. Adatok a Balatonvidék vegetációjának ismeretéhez III. (Beiträge zur Kenntnis der Vegetation des Balatongebietes III. Ungar. m. deutsch. Zusammenfass.) Magy. Biol. Kut. Int. I. Oszt. Munk. **4**, S. 293—319.
SOÓ, R. : 1933. Analyse der Flora des historischen Ungarns. Magy. Biol. Kut. Int. I. Oszt. Munk. **6**, S. 173—194.
SOÓ, R. : 1940. Vergangenheit und Gegenwart der pannonischen Flora und Vegetation. Nova Acta Leop. **9**, S. 3—49.
SOÓ, R. : 1949. Les associations végétales de la moyenne Transsylvanie II. Les associations des marais des prairies et des steppes. Acta Geobot. Hung. **6**, 2, S. 3—107.
SOÓ, R. u. JÁVORKA, S. : 1951. A Magyar Növényvilág Kézikönyve. (Handbuch der ungarischen Pflanzenwelt. Nur ungar.) Budapest.
TATÁR, M. : 1938. A pannóniai flóra endemikus fajai. (Endemische Arten der pannonischen Florenprovinz. Ungar. m. deutsch. Zusammenfass.) Acta Geobot. Hung. **2**, S. 63—127.
WENDELBERGER, G. : 1954. Steppen, Trockenrasen und Wälder des pannonischen Raumes. Angew. Pflanzensoziologie, Festschr. Aichinger **1**, S. 573—634.
ZÓLYOMI, B. : 1936. Übersicht der Felsenvegetation in der pannonischen Florenprovinz und dem nordwestlich angrenzenden Gebiete. Ann. Mus. Nat. Hung., **30**. S. 136—174.
ZÓLYOMI, B. : 1942. A középdunai flóraválasztó és a dolomitjelenség. (Die Mitteldonau-Florenscheide und das Dolomitphänomen. Ungar. u. deutsch.) Botanikai Közl. **39**. S. 209—231.
ZÓLYOMI, B. : 1950 Фитоцэнозы и лесомелиорации обнажений гор Буды. (Les phytocénoses des montagnes de Buda et le reboisement des endroits dénudés. Russ. m. franz. Zusammenfass.) Acta Biologica Hung. **1**. S. 7—67.
ZÓLYOMI, B. : 1952, 1953. Die Entwicklungsgeschichte der Vegetation Ungarns seit dem letzten Interglazial. Acta Biologica Hung. **4**. S. 367—430 (in ungar. Sprache : 1952).
ZÓLYOMI, B.—JAKUCS, P.—BARÁTH, Z.—HORÁNSZKY, A. : 1954—1955. A bükkhegységi növényföldrajzi térképezés erdőgazdasági vonatkozású eredményei. (Forstwirtschaftliche Ergebnisse der pflanzengeographischen Kartierung des Bükkgebirges. Nur ungar.) Az Erdő 3. S. 78—82 ; 97—105 ; 160—171. (In deutsch. Sprache : Acta Botanica Hung. **1**. 3—4, 1955.)

ФИТОЦЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБЛЕСЕНИЕ КАРСТА В СЕВЕРНОЙ ВЕНГРИИ

П. ЯКУЧ

Резюме

В своей статье автор, исходя из относящихся к растительному покрову, среде и лесоводству новых результатов местных исследований больших районов Венгрии (Торнаи Карст и горы Бюкк) и подробного анализа небольшой образцовой площади (Йошвафё, Надьольдал), используя также сравнительный материал литературы, приступает к решению проблемы «голых мест карстов» как с теоретической, так и с практической точки зрения. Он устанавливает в введении, что причина нынешнего большого распространения голых мест карстов кроется во вторичных причинах (неправильное лесоводство, пастьба,

деградация почвы, лесной пожар, и т. д.). Вторичные голые места карстов, образовавшиеся чаще всего из небольшого первичного безлесного ядра на большинстве мест распространялись за счет сообществ карстовых кустовых лесов, произрастающих между лесом и безлесными площадями.

Костяком данной статьи служит изучение отобранной на Торнаи Карсте в Северной Венгрии образцовой площади с точки зрения фитоценологии, места произрастания и экономики. На этой площади автором было проведено сравнительное исследование 7 растительных сообществ и типов сообществ. (**Querceto-Cotinetum**; Тип **Brachypodium pinnatum-Festuca sulcata**; **Caricetum humilis stipetosum pulcherrimae**; **Seslerietum heuflerianae**; **Querceto-Lithospermetum** тип **Brachypodium pinnatum** — **Waldsteinia**; **Querceto-Carpinetum**; **Tilio-Fraxinetum.**) С точки зрения облесения карстов самым важным является сообщество карстовых кустовых лесов **Qu.—Cotinetum.** Автор подробно распространяется о положении и толковании этого типа в Венгрии и в Средней Европе, и устанавливает, что в Венгрии можно различать два типа ксеротермных карстовых кустовых лесов, а именно: 1. тип, больше всего распространенный на доломитах Трансданубии, напоминающий средиземноморский шибляк, характеризуемый присутствием **Cotinus** и **Fraxinetum**, и 2. образовавшиеся преимущественно на известняках Северо-венгерского среднегорья каёмочные сообщества с мозаичным характером, которые появляются больше всего на переходных областях между **Qu.** — **Lithospermetum** и степными лугами.

При обсуждении результатов исследования места обитания автор обращает внимание на то, что в горных местностях одним из самых важных факторов места обитания является основная порода, и что следовало бы более глубоко изучить не только ее качество (например, доломит, известняк, глинистый сланец, и т. д.), но и возраст, условия расположения (простирание, падение и т. д.), структуру, свойства и т. д. Автор подробно излагает происходящие на поверхности основной породы известняка географические карстовые явления, образование карров, связь между ходом образования карров и растительностью. Он устанавливает, что внутрипочвенная жизнь безусловно способствует образованию карров. В частности то обстоятельство, что большая часть почвенных микроорганизмов, группирующихся вокруг корней, и сами корни производят в интересах питания кислоты, растворяющие породу, и таким образом содействуют образованию карров. Влага и вода атмосферных осадков также просачиваются прежде всего вдоль корней, которые благодаря своему действию натяжения легко проникают в мелкие трещины известняка. Согласно автору, образование карров происходило и происходит интенсивнее всего под кустовыми, карликовыми лесами с выносливыми стволами, которые произрастают на крайних пределах вегетативных возможностей.

Автор излагает результаты исследования почвы и микроклимата отдельных сообществ. Он хочет подтвердить этими результатами мнение, согласно которому карстовые склоны когда-то были облесены.

Во главе «Выводы» автор в полном знании условий фитоценозов и мест произрастания дает для каждого сообщества или типа практические указания по лесоводству и предначертывает те пути, по которым, принимая во внимание естественную смену фитоценозов, можно надеяться на самые лучшие результаты при облесении голых мест карстов.

В приложении статьи автор показывает на комплексном графике условия фитоценоза, места произрастания и экономические условия образцовой площади, а также достигаемые результаты. Внесением небольших изменений данные графика можно обобщить для подобных мест соседних областей.

DIE ZÖNOLOGISCHEN UND ÖKOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE VON CLADIETUM MARISCI IN DER GEGEND DES BALATON-SEES

Von

MARGIT KOVÁCS

Agronomische Fakultät der Universität für Agrarwissenschaften, Botanisches Institut, Budapest

(Eingegangen am 1. IV. 1955)

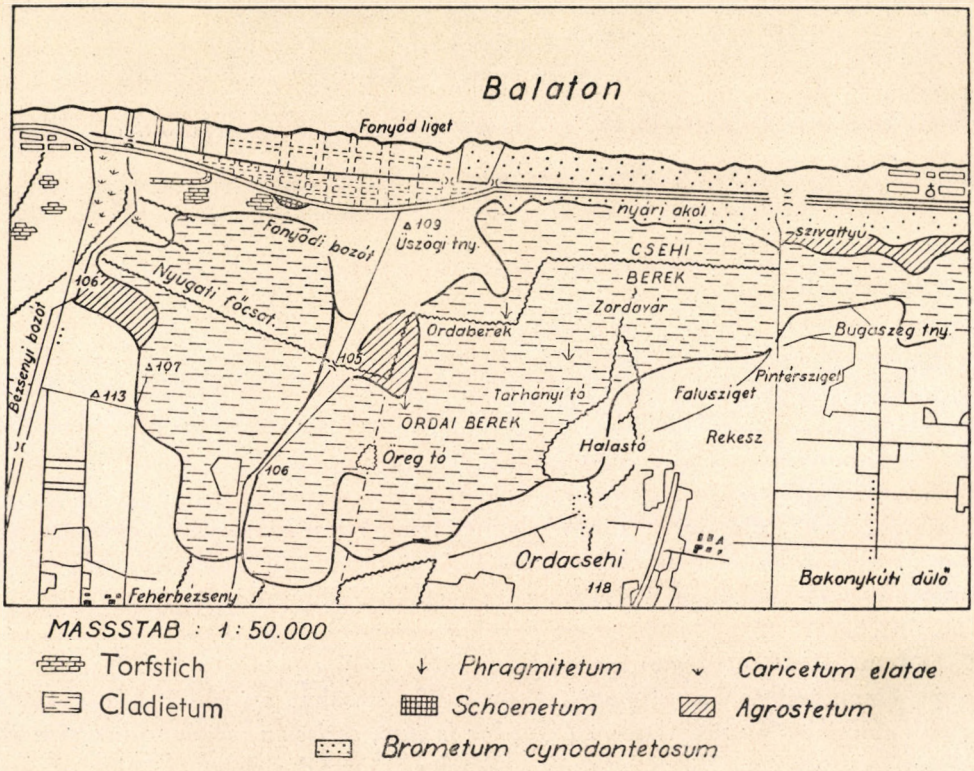
Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Vegetation des sich zwischen den Ortschaften Balatonboglár und Fonyód am Balaton (Plattensee) hinziehenden Sumpfgebietes (das dort «Berek» genannt wird), u. zw. vornehmlich mit der Assoziation von *Cladium mariscus*. Das untersuchte Gebiet weist eine Grösse von etwa 1200 Ha auf und ist ein Ausläufer des «Nagyberek» (Grosser Berek) genannten Sumpfgebietes: es ist an der Stelle einer der Buchten des Plattensees gelegen (s. Karte). In der durch die Kies- und Sandnehrungen, die durch die Wellenbewegung des Plattensees entstanden waren, abgeschlossenen Bucht waren Versumpfung und Torfanhäufung eingetreten, und auf diese Weise kam es zur Ausbildung der sog. «Berek» (8). Die durchschnittliche Mächtigkeit der Torfschicht beträgt heute rund 1,5 m.

Laut LÁSZLÓ (6) gab es noch im Jahre 1915 auf einem Teil des Nagyberek einen freien Wasserspiegel. BORBÁS (2) erwähnt aus dem Jahre 1900 noch zahlreiche Wasserpflanzen (*Nuphar luteum, sericeum, Ranunculus paucistamineus*) aus dem Röhricht dieser «Berek», während sich die Überreste der früheren Tangvegetation heute in den Entwässerungskanälen finden, meistens fragmentarische Bestände von *Nuphareto-Castalietum, Potametum lucentis, Lemneto-Utricularietum*.

Ein grosser Teil der «Berek» ist entwässert worden, der sog. Westliche Hauptkanal (ungar. «Nyugati Főcsatorna») zieht sich im zutiefst gelegenen Teil des Gebietes hin. An einigen Stellen ist eine intensive Torfgewinnung im Gang, so im «Bézsényi bozót» genannten, mit Gestrüpp bestandenen Teil, wo von der ursprünglichen Vegetation heute kaum mehr eine Spur vorhanden ist. Infolge der im Sommer 1954 energisch in Angriff genommenen Entwässerungs- und Torfgewinnungsarbeiten wird die ursprüngliche Vegetation dieses Sumpfgebietes bald völlig verschwinden.

An dieser Stelle sei allen jenen der beste Dank ausgesprochen, die bei dieser Arbeit behilflich waren. Besonderer Dank gebührt Professor I. MÁTHÉ, der die Arbeiten im Gelände und die Messung des Mikroklimas an Ort und Stelle leitete, das Manuskript durchsah und wertvolle Ratschläge erteilte. Dank gebührt auch Akademiker R. SOÓ für die Überlassung

der einschlägigen Literatur und die Durchsicht des Manuskripts, Direktor A. BOROS für die Bestimmung der Moose, Professor N. BACSÓ für die meteoro-



logischen Angaben, Adjunkt SZ. PRISZTER für seine nützlichen Anregungen sowie allen jenen Mitgliedern des Lehrstuhls für Botanik der Agrarwissenschaftlichen Universität Budapest, die mit ihrer Hilfe zum Gelingen dieser Arbeit beitrugen.

I. Zönologischer Teil

An der Verlandung der «Berek» des Plattensees nehmen mehrere Pflanzengesellschaften Teil. In den mit seichterem Wasser bedeckten Gebieten findet sich das *Caricetum elatae* (heute sind nur noch fragmentarische oder an sekundären Standorten ausgebildete Bestände anzutreffen — seine Charakterart ist *Lathyrus paluster)*, in den mit tieferem Wasser bedeckten Teilen kommt das *Phragmitetum* vor *(Phragmites-Cladium*-Ass.*)*, doch am häufigsten wird man dem *Cladietum marisci* begegnen.

Diese Assoziation aus hohen Schilfen füllt hauptsächlich die Seen mit kalkigem Boden auf, doch siedelt sie sich in grossen Massen auch in den Torfstichen (20) und anderen devastierten Gebieten an (11). Das *Cladietum* ist vornehmlich in Transdanubien verbreitet: im Gebiete Hanság (3, 20), in der Gegend des Plattensees (14, 15, 16, 18), in der Umgebung von Zalaszentmihály (19) und Pócs (ex verb.), doch kommt sie auch in den mit Torfmoos bestandenen Gebieten zwischen Donau und Theiss vor (Boros, Komlódi ex verb.). In der Gegend von Klausenburg (= Cluj = Kolozsvár), bildet *Cladium* im *Phragmitetum* eine Konsoziation (17) doch ist es auch im *Schoenetum* anzutreffen (10, 13).

Abb. 1. Der *Cladietum marisci*-Bestand im «Csehi berek» bei Balatonboglár. (Aufnahme von I. Máthé)

Die Assoziation wurde zuerst von Mágócsy aus der Gegend des Plattensees beschrieben (9).

Anlässlich der von mir durchgeführten zönologischen Arbeiten wurde sie auf verschiedenen Teilen der «Berek» untersucht, wobei die Aufnahmen mit einer 5stufigen Skala auf einem Gebiet von jeweils 9 m^2 gemacht wurden. Da das *Cladietum* eine sehr homogene Assoziation darstellt, erwies sich bei Minimiarealuntersuchungen eine Probefläche von 9 m^2 zur Prüfung der Assoziation als genügend.

Aufnahmen

1— 6.: Balatonboglár, «Csehi berek», am 15. Juni 1954 (zusammen mit Sz. PRISZTER).
7—10.: Fonyód, «Fonyódi bozót», am 1. Juli 1954.
11—17 : Fonyódliget, «Orda berek», am 20. Juli 1954.
18—20 : Balatonboglár, «Csehi berek», am 13. August 1954 (Aufnahmen von I. MÁTHÉ).

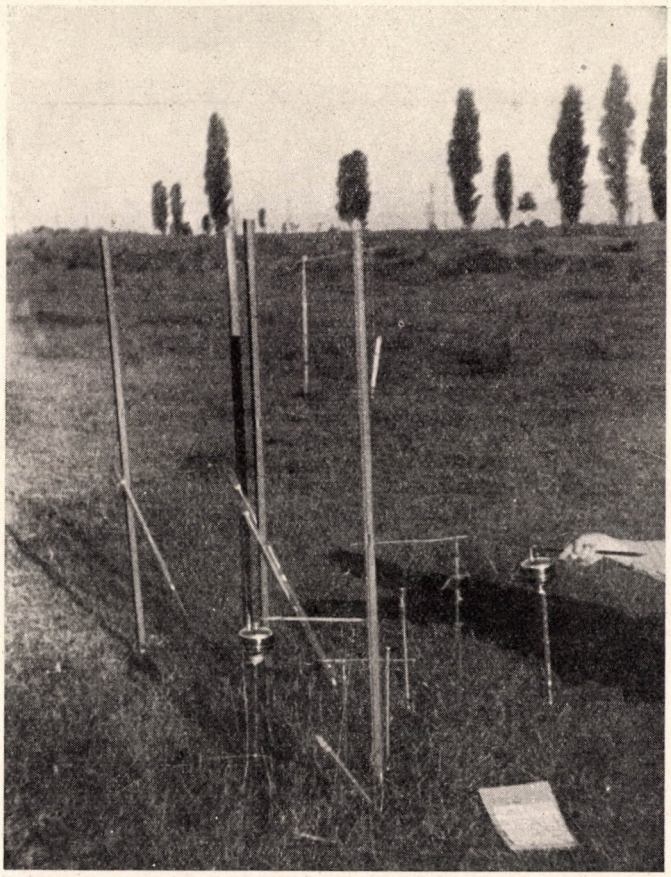


Abb. 2. Mikroklimastation bei Balatonboglár im *Brometum cynodontetosum*. (Aufnahme von I. MÁTHÉ)

Die Gesamtzahl der an der Assoziation teilnehmenden Arten beträgt 30, doch kann als wirkliche Charakterart nur *Cladium mariscus* angesehen werden.

Eine charakteristische Artenkombination ist folgende (K IV—V, F 3—4): *Lythrum salicaria*, *Calystegia sepium*, *Stachys palustris*, *Mentha aquatica*, *Lycopus europaeus*, *Thrincia nudicaulis* ssp. *taraxacoides*, *Sonchus palustris*, *S. arvensis*, *Orchis palustris*, *Schoenus nigricans*, *Cladium mariscus*, *Phragmites communis*, *Agrostis alba*.

Das Konstanzspektrum zeigt folgendes Bild: V 16,6%, IV 10%, III 3,4%, II 10%, I 60%.

Das Arealtypenspektrum (auf Grund des Gruppenanteils, aus 35 Aufnahmen) ergab: Kozm. 39,1%, Eua. 28,3%, Cp. 18,5%, Kont. 10,3%, Eu. 2,8%.

Schliesslich wies das ökologische Spektrum folgende Verteilung (auf Grund der Gruppenmenge, aus 35 Aufnahmen) auf: HH 65,8%, H 33,8%, Th—TH 0,3%, G 0,1%.

Die Physiognomie der Assoziation wird durch das dominierende *Cladium mariscus* bestimmt. In seinem eintönigen Bestande sind im Frühjahr *Orchis palustris*, im Frühsommer *Calystegia sepium*, im Mittelsommer *Lythrum salicaria*, *Stachys palustris* und *Sonchus arvensis* bzw. *S. palustris* in grösseren Massen in Blüte anzutreffen, und auf Grund dieser Arten lassen sich auch die einzelnen Aspekte voneinander unterscheiden.

Aus den Aufnahmen geht die Artenarmut der Assoziation hervor: auf den untersuchten Gebieten kamen insgesamt bloss 7 bis 15 Arten vor, wobei *Cladium* manchmal sozusagen reine Bestände bildete. Andere inländische sowie ausländische Aufnahmen legen ebenfalls für eine ähnliche Artenarmut Zeugnis ab (vgl. Soó 1932/33, Bojkó 1932, Libbert 1932, Zólyomi 1934, Zobrist 1935, Nyárády 1941, Soó 1947, Jalas und Okkó 1951 usw.).

Die Artenarmut lässt sich durch die starke Konkurrenzkraft von *Cladium* erklären: wo *Cladium* wächst, vermag eine andere Pflanze kaum zu leben. Artenreichere Bestände finden sich nur in den Misch- und Übergangszonen, wo der *Cladium*-Bestand schon etwas lichter ist.

Die Artenzusammensetzung der in Transdanubien vorkommenden *Cladium*-Bestände zeigt ein sehr ähnliches Bild. Die Artenzusammensetzung der *Cladium*-Bestände im Hanság (20), im Sumpfgebiet «Nagyberek» (15) und auf dem hier beschriebenen Gebiete kann als nahezu identisch angesprochen werden. Eine ähnliche Übereinstimmung hinsichtlich der Artenzusammensetzung besteht aber auch zwischen den westeuropäischen und den ungarischen Beständen. Das von Libbert (7) aus der Neumark und von Zobrist (21) aus der Nordschweiz beschriebene *Cladietum* weist eine zu 60% bzw. 48% gleiche Artenliste auf wie die ungarischen *Cladium*-Bestände.

Untersucht man, aus welchen Assoziationselementen sich das *Cladietum* zusammensetzt, so erhält man folgendes Bild (die Berechnung wurde auf Grund des Gruppenanteils ausgeführt):

Phragmitetalia (Phragmition, Magnocaricion)	57,9%
Nanocyperetalia	3,6%
Molinietalia (Molinion, Agrostion)	23,7%
Onopordetalia (Convolvulion)	8,7%
Potentilletalia (Polygonion, Potentillion)	4,3%
Populetalia	1,4%

Diese Pflanzenarten, d. h. die grosse Zahl von kosmopolitischen Elementen sowie die Ähnlichkeit des Standortes geben eine Erklärung für die ähnliche Artenzusammensetzung der *Cladium*-Bestände.

Kennzeichnend ist auch die Gegenwart von *Phragmites* als ständigem Begleiter von *Cladium*. An den Standorten von *Cladium* kommt sie nur in verminderter Vitalität vor. An einigen Stellen wird aber diese 60 bis 100 cm hohe, vermindert vitale *Phragmites* dominant und bildet mit den Begleitarten des *Cladietum* eine Konsoziation.

Die Zusammensetzung dieser Konsoziation ist folgende: (Aufnahmen vom 15. Juni bis 20. Juli 1954. Deckungswert der Feldschicht: 90—100%).

			A—D	K_6
Kosm.	HH	*Phragmites communis*	4	V
Cp.	H	*Agrostis alba*	+—3	V
Kosm.	HH	*Cladium mariscus*	+—2	V
P. med.	H	*Lythrum salicaria*	+	V
Eua.	H	*Mentha cf. aquatica*	+	V
Eua.	HH	*Lycopus europaeus*	+	V
Kosm.	H	*Sonchus arvensis*	+—2	IV
Kosm.	H	*Calystegia sepium*	+—2	IV
Eua.	H	*Lotus corniculatus*	+	IV
Cp.	H	*Stachys palustris*	+	IV
Eua.	H	*Galium palustre*	+	II
Eua.	TH	*Cirsium palustre*	+	II
Kosm.	H	*Samolus valerandi*	+	II
Eua.	H	*Carex distans*	+	II
Eua.	H	*Potentilla reptans*	+	I
Eua.	H	*Trifolium repens*	1—2	I
Eua.	TH	*Daucus carota*	+	I
P. pann.	Th	*Centaurium uliginosum*	+	I
P. pann.	G	*Cirsium canum*	+	I
Eu.	H	*Sonchus palustris*	+	I
Eua.	HH	*Lysimachia vulgaris*	+	I
Eu.	G	*Orchis palustris*	+	I
Eua.	H	*Carex oederi*	+	I

Konstanzspektrum: V 26,0%, IV 14,4%, III 0%, II 17,4%, I 39,8%

Arealtypenspektrum: Eua. 39,4%, Kosm. 31,4%, Cp. 14,3%, P. med. 10%, Eu. 4,9%.

Ökologisches Spektrum: HH 71,6%, H 27,8%, Th—TH 0,5%, G. 0,1%.

Diese Konsoziation kann ein Überrest einer ehemaligen *Phragmites-Cladium*-Ass. sein.

Laut ungarischer und ausländischer Literaturangaben sind das *Cladietum* und die *Cladium-Schoenus*-Assoziation als Verbindungsglied zu den Moorwiesen aufzufassen, d. h. das nächste Sukzessionsstadium ist die feuchte Moorwiese (vgl. KOCH 1926, SOÓ 1930, 1932, 1933, ZÓLYOMI 1934, ZOBRIST 1935). Auf dem Gebiete des untersuchten «Berek» wurde keine *Cladium-Schoenus*-Assoziation angetroffen, *Schoenus nigricans* selbst war mit einer grösseren Zahl von Individuen nur am Rande der ehemaligen Torfstiche sowie in der litoralen Zone des Plattensees vertreten.

Es ist wahrscheinlich, dass auf dem von Kultureinflüssen unberührten Gebiet des «Berek» die Sukzession in die Richtung der feuchten Moorwiese verlaufen wäre, doch schlug die Vegetation als Folge der Entwässerung eine andere Entwicklungsrichtung ein. In der unteren Schicht des *Cladietum* erscheint *Agrostis alba* als ständiger Begleiter. Diese Art vermag sich zwar auf stark beschattetem Boden nur vegetativ zu vermehren, doch wird sie unter dem lichter werdenden *Cladium* stets stärker und bildet einen immer mehr geschlossenen Bestand. Infolge des Kultureinflusses schlug die Sukzession eine vom Gesichtspunkt der Landwirtschaft günstigere Richtung ein, an Stelle der frischen Moorwiese bildete sich *Agrostetum albae*, eine mesophile Wiese guter Qualität, aus.

Über die Zusammensetzung der Straussgraswiese gibt folgende Zusammenstellung Auskunft (Aufnahmen vom 1. bis 20. Juli 1954. Deckungswert der Feldschicht 70—100%, Deckungswert der Moosschicht 20—30%):

			A—D	K_6
Cp.	H	*Agrostis alba*	2—4	V
Eua.	H	*Sonchus arvensis*	+—1	V
Eua.	H	*Mentha aquatica*	+—1	V
Kosm.	H	*Taraxacum officinale*	+	V
M.-Eua.	H	*Potentilla anserina*	+—3	IV
Eua.	H	*Carex distans*	+—1	IV
Eua.	HH	*Lycopus europaeus*	+	IV
Cp.	H	*Stachys palustris*	+	IV
Cp.	H	*Juncus articulatus*	+	IV
Kosm.	HH	*Phragmites communis*	+	IV
Eua.	H	*Potentilla reptans*	+—3	III
Eua.	H	*Lotus corniculatus*	+	III
Eu.	Th	*Linum catharticum*	+	III
Kosm.	H	*Achillea millefolium*	+	III
Kosm.	HH	*Bolboschoenus maritimus*	+	III
Eua.	H	*Carex oederi*	+	III
Eua.	H	*Galium verum*	+	II
Eua.	H	*Plantago lanceolata*	+	II
E. m.	H	*Centaurea pannonica*	+	II
Eua.	H	*Inula britannica*	+	II
Eua.	H	*Leontodon autumnalis*	+	II

Kosm.	G	*Eleocharis palustris*	+	II
Eua.	H	*Calamagrostis epigeios*	+	II
Eua.	H	*Festuca pratensis*	+	II
Cp.	H	*Poa pratensis*	+	II
E. M.	H	*Tetragonolobus siliquosus*	+	I
Kosm.	H	*Lythrum salicaria*	+	I
Eua.	TH	*Daucus carota*	+	I
P. pann.	TH	*Centaurium uliginosum*	+	I
Kosm.	H	*Calystegia sepium*	+	I
Kosm.	H	*Convolvulus arvensis*	+	I
Eua.	H	*Plantago major*	+	I
Eua.	H	*Leontodon hispidus*	+	I
Eua.	G	*Juncus compressus*	+	I
Eu.	G	*Carex hirta*	+	I
Cp.	G	*C. panicea*	+	I
Eu.	HH	*C. elata*	+	I
Kosm.	HH	*Schoenus nigricans*	+	I

Moose: *Bryum sp. Funaria hygrometrica* (L.) Zibth.
Pilze: *Clitocybe dealbata* Fr.

Acc.: *Althaea officinalis, Cerastium vulgatum, Aster pannonicus, Cirsium canum, C. arvense, Scorzonera parviflora, Orchis palustris, Cladium mariscus.*

Konstanzspektrum: V 11%, IV 14,1%, III 14,1%, II 24,6%, I 36,2%.
Arealtypenspektrum: Eua. 45,7%, Kosm. 21,6%, Cp. 18,0%, Eu. 10,7%, E. m. 3,0%, P. pann. 1,0%.
Ökologisches Spektrum: H 97,3%, HH 1,3%, G. 0,8%, Th—TH 0,6%.

Die *Juncus subnodulus*-Fazies des am Rande des «Bézsényi bozót» befindlichen *Agrostetum albae* geht in feuchte Moorwiesen über. Ihre Zusammensetzung ist auf Grund einer Aufnahme folgende: *Agrostis alba* 2, *Phragmites communis* 1, *Juncus subnodulosus* 5, *Calystegia sepium* 2, *Cirsium palustre* +, *Schoenoplectus tabernaemontani* +, *Carex acutiformis* 1, *Mentha aquatica* 1, *Potentilla anserina* +, *Lotus corniculatus* +, *Sonchus arvensis* +, *Eupatorium cannabinum* +, *Lysimachia vulgaris* +, *Plantago major* +, *Polygonum lapithifolium* +, *Stachys palustris* +, *Galium palustre* +, *Cirsium canum* +.

II. Ökologischer Teil

a) *Bodenverhältnisse*

Die Bodenverhältnisse des hier geschilderten verlandeten Gebietes werden im nachstehenden auf Grund eigener Untersuchungen sowie auf Grund jener des Agrochemischen Forschungsinstituts (12) und des VEB für Torfgewinnung erörtert.

Der Boden des *Cladietum* besteht aus kalkigem Torf, die Oberschicht ist an einzelnen Stellen in einer Mächtigkeit von 10 bis 30 cm anmoorig, an der

Oberfläche findet man häufig grosse Mengen von Schneckenhäusern (an solchen Stellen bewegt sich der $CaCo_3$-Gehalt des Bodens um 60—70%).

Die durchschnittliche Mächtigkeit der Torfschicht beträgt 40 bis 140 cm, in der Nähe des Westlichen Hauptkanals erreicht sie sogar eine Mächtigkeit von 180 cm (Bohrungsangaben des VEB für Torfgewinnung).

Der Torf ist braun, von Fasern durchsetzt, mit erkennbaren pflanzlichen Teilen. Das Grundwasser befindet sich in einer Tiefe von 40—60 cm, an den tiefer gelegenen Teilen des Gebietes ist es ganz in der Nähe der Oberfläche. In einer Tiefe von 1 m trifft man häufig auf die Ausscheidung von Kalk und Eisen, auf Gleybildung, häufig ist auch das Vorkommen von H_2S.

Die Angaben eines charakteristischen Bodenprofils der hier untersuchten Nehrung waren am Standort des *Cladietum* folgende :

Schichtenmächtigkeit cm	pH-Wert im Wasser	$CaCO_3$ %	Gehalt an organischen Stoffen %
0—30 cm	8,2	54,7	30,6
30—60 cm	8,3	32,0	
60—100 cm	8,4	38,0	
100—160 cm	8,5	21,8	

Der Kalkgehalt der oberen Bodenschicht (auf Grund von an 100 verschiedenen Stellen genommenen Proben) schwankte zwischen 5 und 65%. Das von ZOBRIST in der Nordschweiz untersuchte *Cladietum* (21) kam auf einem Boden mit einem Kalkgehalt von 46—88% vor.

Der pH-Wert schwankte zwischen 7,7 und 8,8, der häufigste Wert war 8,0—8,2 (Abb. 3).

Auf dem nahe zum Plattensee gelegenen Gebiet lagerte sich auf den Torf ein kalkiger Sand, dessen Kalkgehalt 8—10% und dessen pH-Wert 6,9—7,5%

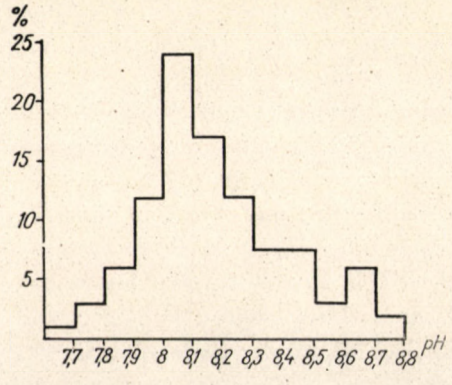


Abb. 3. Die Amplitude des pH-Wertes von *Cladietum marisci* im «Berek» bei Balatonboglár—Fonyód (auf Grund von 100 Bodenproben)

beträgt. Hier finden sich Bestände von *Brometum cynodontetosum*. Aus den Bodenuntersuchungen ging hervor, dass das *Cladietum* eine basophile Assoziation ist, die erfordert den Kalkgehalt des Bodens.

b) *Die Mikroklimaverhältnisse des Cladietum*

Die Mikroklimamessungen wurden am 12. und. 13. August 1954 durchgeführt. Die Beobachtungsstationen waren im *Cladietum*, in der *Phragmitetum*-Konsoziation und im *Brometum cynodontetosum* aufgestellt. Zur Messung des Mikroklimas wurden Normalthermometer und PICHEsche Evaporimeter benutzt.

Die Angaben der in der Nähe befindlichem Makroklimastation von Fonyód waren folgende :

Lufttemperatur :	7,49^h	14,49^h	21,49^h	Mittelwert
12. August 1954	17,8	24,0	17,4	19,7° C
13. August 1954	16,7	28,5	18,2	21,1° C

Windrichtung und Windstärke :

12. August 1954	—	N_1	W_1
13. August 1954	SW_1	S_3	S_1

Temperaturmaximum : am 12. August 1954 25,0° C
am 13. August 1954 28,5° C
Temperaturminimum : am 12. August 1954 15,5° C
am 13. August 1954 13,5° C

Das Klima des *Cladietum*-Bestandes war durch folgende Angaben charakterisiert : untertags wurde die wärmste Temperatur in einer Höhe von 100 cm beobachtet, doch zeigte sich in den Mittagsstunden, zur Zeit der stärksten Erwärmung, das Maximum zwischen 5 und 20 cm Höhe (30,7—31,7° C). In der höheren und geschlosseneren *Phragmitetum*-Konsoziation erwärmte sich die Luft in einem geringeren Ausmass (29,0—29,4° C). Der *Cladium*-Bestand ist in 5—20 cm Höhe am dichtesten, und der Umstand, dass die Luftbewegung dort abgebremst wird, ermöglicht eine stärkere Erwärmung (Abb. 2). Im Laufe des Tages war der kühlste Teil die gut beschattete Bodenoberfläche, ihr negativer Temperaturunterschied blieb selbst in den wärmsten Mittagsstunden bestehen (in 20 cm Höhe 30,1° C, an der Bodenoberfläche 26,0° C, in der *Phragmitetum*-Konsoziation in 20 cm Höhe 29,4° C, an der Bodenoberfläche 21,8° C). Demgegenüber erwärmte sich auf der *Cynodon*-Weide mit sandiger Ober-

fläche und einer lockeren Pflanzendecke die Bodenoberfläche um 14^h auf 42,1°C. Von 18^h angefangen setzte die Abkühlung ein, u. zw. zuerst in einer Höhe von 5—20 cm, während sie bei 100 cm etwas später begann. Ab 20^h lässt sich die typische Abkühlungskurve mit ihrem steilen Abfall beobachten. (Von 18^h bis 21^h sank die Temperatur um 10° C.) Die stärkste Abkühlung konnte in den frühen Morgenstunden ($4—6^h$) wahrgenommen werden, die niedrigste Temperatur (8,2° C) war in 20 cm Höhe anzutreffen. Auf der *Cynodon*-Weide kühlte sich die Luft in 5 cm Höhe auf 6,5° C ab.

Unter dem Schutz des Pflanzenbestandes zeigt die Bodenfläche von 19^h angefangen eine gleichmässige Abkühlung, hier gab es während der ganzen Nacht die höchsten Temperaturen. Zur Zeit der stärksten Abkühlung wurde

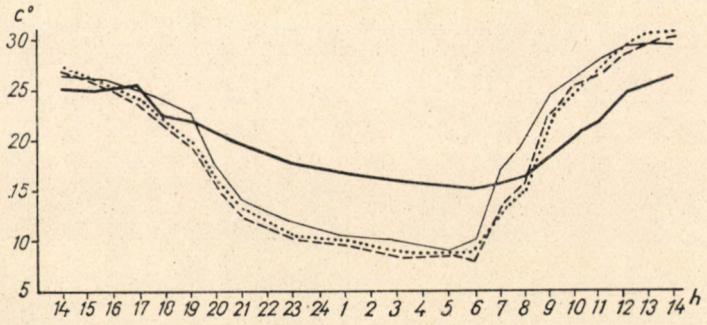


Abb. 4. Der Tagesgang der Lufttemperatur im *Cladietum mariscus*-Bestand. Balatonboglár 12—13. VIII. 1954 ═══ = Bodenoberfläche, ——— = 5 cm Höhe, — — — — = 20 cm Höhe ····· = 100 cm Höhe

auf der Bodenoberfläche eine Temperatur von 15,2° C gemessen. (Der Unterschied zwischen dem 20-cm-Niveau und der Bodenoberfläche betrug 7° C.)

In der *Phragmitetum*-Konsoziation konnten im Laufe der Nacht ähnliche Temperaturen festgestellt werden, das Ausmass der Abkühlung war um etwa 1° C geringer als im *Cladietum*. Die Erwärmung setzte nach 6^h ein, an der Bodenoberfläche etwas später.

Aus den Temperaturangaben ist ersichtlich, dass die negative Temperaturverteilung sowohl im *Cladietum* als auch im *Phragmitetum* im Laufe des Tages anhielt. Beim *Cladietum* erwies sich das 20-cm-Niveau als aktive Oberfläche (was in Kenntnis der Physiognomie des Bestandes verständlich ist) und beim *Phragmitetum* das 100-cm-Niveau. Die Tagesschwankung betrug im *Cladietum* auf der aktiven Oberfläche 21,9° C, auf der Bodenfläche 10,5° C, während sie in der *Phragmitetum*-Konsoziation 19,3° C und auf der Bodenoberfläche 6·8 C ausmachte.

Der Tagesgang der Bodentemperatur wurde in Tiefen von 5, 10, 20 und 40 cm gemessen. In dem gut beschatteten, feuchten Torfboden folgte in einer

Tiefe von 5 cm die Bodentemperatur der Temperatur der Bodenoberfläche mit einer geringen Verzögerung und zeigte im Laufe des Tages bloss eine geringfügige Schwankung (5,3° C, bei der *Phragmitetum*-Konsoziation 1,6° C). Auf der *Cynodon*-Weide ist diese Schwankung noch recht gross, nämlich 11,1° C. Mit zunehmender Tiefe folgte der Gang der Bodentemperatur der Oberflächentemperatur mit einer immer grösseren Verzögerung, wobei die Tagesschwankungen noch geringer waren. So konnten in Tiefen von 20 und 40 cm im feuchten Torf kaum mehr Temperaturschwankungen wahrgenommen werden. (Bei Messungen im Wiesenmoor bei Isaszeg wurde die gleiche Beobachtung gemacht.) Auf der *Cynodon*-Weide war in 20 cm Tiefe bereits eine geringere Schwankung festzustellen (der Boden war ein mittelfeuchter sandiger, an-

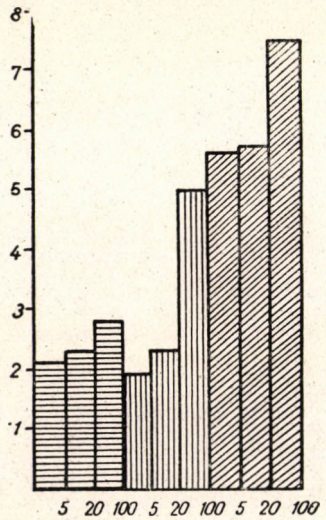


Abb. 5. Die Tagessummen der Verdunstung. Balatonboglár, 12—13. VIII. 1954. ——— *Phragmitetum*-Konsoziation, — — — — *Cladietum*. . . . . *Brometum cynodontetosum*

mooriger Boden), doch hörte in einer Tiefe von 40 cm, wo der Boden aus feuchtem Torf bestand, die Schwankung bereits auf.

Die Verdunstung wurde in 5, 20 und 100 cm Höhe über dem Boden gemessen (Abb. 3). Den grossen Verdunstungswert zeigte die *Cynodon*-Weide, wo die Wirkung des Sonnenscheins und des Windes ungestört zur Geltung kommen konnte. (Um 13^h betrug die Verdunstung in einer Höhe von 100 cm 1,2 cm^3 je Stunde.) Beim *Cladietum* konnten die höchsten Verdunstungswerte nicht in den sich am stärksten erwärmenden Niveaus beobachtet werden, sondern bei 100 cm (um 13^h 1 cm^3, in der *Phragmitetum*-Konsoziation 0,5 cm^3). Im Inneren des Bestandes war die Verdunstung trotz der hohen Temperatur geringer (bei 20 cm 0,4 cm^3, in der *Phragmitetum*-Konsoziation 0,2 cm^3). Die Ursache für

diese Erscheinung ist die geringere Luftbewegung und die höhere relative Feuchtigkeit im Inneren des Bestandes. Von 20^h bis morgens $7-8^h$ war in keinem Bestand eine Verdunstung festzustellen.

LITERATUR

1. Bojkó, H.: Über die Pflanzengesellschaften im burgenländischen Gebiete östlich vom Neusiedler-See. Burgenländische Heimatblätter I. 1932. S. 43–54.
2. Borbás, V.: A Balaton tavának és partmellékének növényföldrajza és edényes növényzete (Die Pflanzengeographie und Pteridophytenvegetation des Plattensees und seiner Ufergebiete. Nur ungar.). Budapest 1900. S. 128–129.
3. Gáyer, Gy.–Polgár, S.: Az Allium suaveolens Jacq. magyarországi előfordulása (Das Vorkommen von Allium suaveolens Jacq. in Ungarn. Nur ungar.). Magy. Bot. Lapok **24.** 1925. S. 109–111.
4. Jalas, J.–Okko, V.: Botanical and Geological Analysis of the Cladium mariscus Station in Yoroinen. Arch. Soc. zool. bot. fenn. «Vanamo». **5.** 1951, S. 82–102.
5. Koch, V.: Die Vegetationseinheiten der Linthebene. Jahrb. d. St. Gall. Naturw. Ges. **61**/2. 1925. S. 1—146.
6. László, G.: A tőzeglápok és előfordulásuk Magyarországon (Die Torfmoore und ihr Vorkommen in Ungarn. Nur ungar.). Budapest 1915. S. 155–159.
7. Libbert, W.: Die Vegetationseinheiten der neumärkischen Staubeckenlandschaft unter Berücksichtigung der angrenzenden Landschaften. Verh. d. bot. Vereins der Provinz Brandenburg. 1932.
8. Lóczy, L.: A Balaton környékének geológiai képződményei (Die geologischen Gebilde der Umgebung des Plattensees. Nur ungar.). Budapest 1913. S. 469–471, 523–529.
9. Mágócsy-Dietz, S.: Adatok a Balaton és környéke flórájának ismeretéhez (Beiträge zur Kenntnis der Flora des Plattensees und seiner Umgebung. Nur ungar.). Bot. Közl. **13.** 1914. S. 117–127.
10. Nyárády, E. Gy.: Kolozsvár környékének mocsárvilága (Die Sumpfwelt der Umgebung von Klausenburg. Nur ungar.). Erdélyi Múzeum **46.** 1941. S. 105.
11. Polgár, S.: Új talaj befüvesedésének érdekes esete. (Ein interessanter Fall der Vergrasung von neuem Boden. Nur ungar.). Bot. Közl. **34.** 1937. S. 15–24.
12. Sik, K.: Balatonboglár. Magyarázatok Magyarország geológiai és talajismeretű térképéhez (Balatonboglár. Erklärungen zur geologischen und bodenkundlichen Karte Ungarns. Nur ungar.). Budapest 1946.
13. Soó, R.: Geobotanische Monographie von Kolozsvár. Tisza I. Társ. Honism. Biz. Kiadv. **15–16.** 1927. S. 1–152.
14. Soó, R.: A modern növényföldrajz problémái, irányai és irodalma. A növényszociológia Magyarországon (Die Probleme, Richtungen und Literatur der modernen Geobotanik. Die Pflanzensoziologie in Ungarn. Nur ungar.). Magy. Biol. Kut. int. Munkái 1932, S. 1–30.
15. Soó, R.: Adatok a Balatonvidék vegetációjának ismeretéhez. (Beiträge zur Kenntnis der Vegetation des Plattenseegebietes. Nur ungar.). Magy. Biol. Kut. int. Munkái IV. 1932. S. 112–121.
16. Soó, R.: A Balatonvidék növényszövetkezeteinek szociológiai és ökológiai jellemvonásai (Die soziologischen und ökologischen Charakterzüge der Phytozönosen des Plattenseegebietes. Nur ungar.). Mat. és Term. tud. Ért. 1933. S. 669–712.
17. Soó, R.: Les associations végétales de la moyenne Transilvanie. II. Les associations des marais, des prairies et des steppes. Acta Geobot. Hung. **IV.**/2. 1949. S. 3–107.
18. Soó, R.–Zólyomi, B.: A vácrátóti növényföldrajzi térképezési tanfolyam jegyzete (Kollegheft des geobotanischen Kartierungskurses in Vácrátót. Nur ungar.) Budapest 1950. Als Manuskript, lithogr. S. 136.
19. Soó, R.–Jávorka, S.: A magyar növényvilág kézikönyve. (Handbuch der ungarischen Pflanzenwelt. Nur ungar.). Budapest 1951.
20. Zólyomi, B.: A Hanság növényszövetkezetei. (Die Phytozönosen des Hanság. Nur ungar.). Vasi Szemle. Szombathely 1934. S. 146–174.
21. Zobrist, L.: Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchung des Schoenetum nigricantis im Nordostschweizerischen Mittellande. Beitr. zur geobot. Landesaufn. Bern 1935.

ЦЕНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ CLADIETUM MARISCI В ОКРЕСТНОСТИ ОЗЕРА БАЛАТОН

М. КОВАЧ

Резюме

Автор занимается вегетацией рощи простирающейся между Фоньодом и Балатонбогларом, — ассоциацией **Cladium mariscus**. Данная территория представляет собой заглохший и отторфованный залив озера Балатон.

Исследованная ассоциация **Cladietum marisci** является бедным видами сообществом, его состав видов по большей части совпадает с другими венгерскими и зарубежными составами. На отдельных местах рощи вместо вида **Cladium** преобладает вид **Phragmites**; состав такого рода называется автором консоциацией **Cladietum**.

В противоположность литературным данным, ввиду культурных воздействий, следующей фазой смены не является влажный заболоченный луг, а **Agrostetum albae**.

Почва **Cladietum** — известковый торф, содержание $CaCO_3$ в котором колеблется между 5—65%. Величина pH — между 7,7—8,8.

Определения микроклимата проводились в ассоциации **Cladietum**, в консоциации **Phragmitetum** и в **Brometum cynodontetosum**. Для микроклимата состава **Cladietum** характерны: отрицательная температурная стратификация, а состава — в течение дня постоянная. Активной поверхностью является ярус в 20 см. Поверхность почвы самая холодная днем, ночью же самая теплая. В хорошо оттененной влажной торфяной почве глубиной в 20 и 40 см уже едва ли имеются температурные колебания. Наивысшая величина испарения определилась на ярусе в 100 см. В середине состава, несмотря на высокую температуру, испарение было ниже.

Cladietum marisci

		Zahl der Aufnahmen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	A—D	K_{20}
		Zeitpunkt der Aufnahmen	15. Juni 1954						1. Juli				20. Juli							15. August				
		Artenzahl in einer Aufnahme	11	13	12	8	6	10	14	13	13	11	13	11	11	11	7	13	9	15	13	8		
		Deckungswert der Feldschicht in %	90	90	90	95	100	80	80	70	90	80	90	100	90	100	100	90	95	95	85	100		
		Deckungswert der Moosschicht in %							5					5		5		10	5					
Kosm.	HH	*Cladium mariscus*	4	4	3	3—4	3—4	3	4	4	4	3—4	3	4	4	4	4	4	4—5	3	3—4	4	3—4	V
Kosm.	HH	*Phragmites communis*	+—1	1—2	2	+—1	+	+	+	+	+	+—1	+	+	+	+	+	+		1—2	+	+	+—2	V
Cp.	H	*Agrotis alba*	+	+	1	1—2	1—2	1	1	+	1	2	2—3	1	1—2	1	+—1	1	1	2—3	2	2	+—2	V
Kosm.	H	*Calystegia sepium*	2	+	2—3		+	1—2	+	+—1	1—2	+	+	2	1	1	1	1—2	+—1		+	2	+—2	V
Eua.	HH	*Lycopus europaeus*	+	+	+				+		1	+—1	1	1—2	1	1	1	+—1	1—2	1	1		+—1	V
Eua	H	*Mentha aquatica*	+—1	+—1	1	1—2	1—2	1	+1	1	1	+—1	1	1—2	1	1	1	+1	1—2	1	1		+—2	V
Cp.	H	*Stachys palustris*	+	1	+			+	+	+	+		+	+	+	+		+	+	+	2	+	+—2	IV
P. med.	H	*Lythrum salicaria*			+	+		+	+	+	+	+—1	+	+—1	+	+		+	+—1	+	+	+	+—1	IV
Eua.	H	*Lotus corniculatus*	+		+	+			+	+	+	+	+	1	+	+	1	+	+	+	+—1	+—1	+—1	IV
Kosm.	H	*Sonchus arvensis*	+	+	1	2	2	+—2	1	+—1	+	+			+			+		+			+	III
Kosm.	H	*Samolus valerandi*				+					1	1											+—1	II
Eu.	G	*Orchis palustris*		+	+			+					+					+	+	+	+	+	+	II
Eu.	H	*Sonchus palustris*							+			+	+										+	II
P. pann.	Th	*Centaurium uliginosum*												+									+	I
Kosm.	H	*Potentilla anserina*		+	+—1						+				+			+		+			+	I
Eua.	H	*Galium palustre*							+	+										+	+		+	I
Cp.	H	*Scutellaria galericulata*									+		+										+	I
Eua.	H	*Inula britannica*								1						+							+	I
Eu.	H	*Pulicaria dysenterica*																					1	I
Eua.	TH	*Cirsium palustre*		+					+	+											+		+	I
P. pann.	G	*Cirsium canum*	+	+																			+	I
Eua.	H	*Thrincia taraxacoides*								+													+	I
Kosm.	HH	*Schoenus nigricans*						+										+					+	I
Eu.	HH	*Carex elata*							+											+			+	I
Eua.	H	*Carex distans*																					+	I
Eua.	H	*Carex cederi*	+	+																+			+	I
Eua.	H	*Trifolium repens*																		+			+	I
Eua.	TH	*Daucus carota*												+									+	I
Kosm.	H	*Achillea millefolium*											+										+	I
Eua.	H	*Leontodon autumnalis*														+					+		+	I

Moose: *Funaria hygrometrica* (L.) Sibth., *Leptobryum pyriforme* (L.), Schimpf., *Bryum sp*

Acc.: *Tetragonolobus siliquosus, Epilobium parviflorum, Pastinaca sativa, Althaea officinalis, Aster pannonicus, Cirsium arvense, Rumex acetosa, Schoenoplectus tabernaemontani, Bolboschoenus maritimus, Eleocharis palustris, Juncus articulatus, Typha latifolia.*

DIE GESETZMÄSSIGKEITEN DER BLUTUNG UND DER STICKSTOFFUMWANDLUNG IN DER WURZEL

Von

N. G. POTAPOV und EDITH CSEH

Pflanzenphysiologisches Institut der Loránd-Eötvös-Universität, Budapest

(Eingegangen am 23. III. 1955.)

Einleitung

An der verletzten bzw. oberhalb des Wurzelhalses abgeschnittenen Pflanze tritt die Erscheinung des sog. Blutens auf. Diese Erscheinung ist bereits siet langer Zeit bekannt. Schon vor mehr als 200 Jahren mass HALES in seinen Versuchen die Grösse des Wurzeldruckes auf Grundlage der Blutung. HOFMEISTER wies im Jahre 1862 nach, dass die beim Bluten von den Pflanzen ausgeschiedene Flüssigkeitsmenge das Volumen der Wurzel bedeutend übersteigt. Auch die Zusammensetzung des Blutungssaftes wird seit etwa 100 Jahren untersucht, doch sind die chemischen Angaben noch in vieler Beziehung lückenhaft. Zahlreiche Aspekte der Physiologie des Blutens sind ebenfalls noch ungeklärt.

In den ersten Stadien der Physiologie des Blutens wurden folgende Fragen untersucht: 1. die Grösse des Wurzeldruckes; 2. die Zeitdauer des Blutens; 3. die Menge des von den verschiedenen Pflanzen ausgeschiedenen Blutungssaftes; 4. die Intensität und Periodizität des Blutens; 5. die Abhängigkeit des Blutungsprozesses von den Aussenbedingungen (Temperatur, Aeration); 6. die Zusammenstzung des Blutungssaftes.

Der Blutungsmechanismus wurde im allgemeinen auf Grund der theoretischen Konzeption über die Wanderung des Wassers erklärt. SABININ war der erste, der die Erscheinung des Blutens zur Charakterisierung der Mineralstoffernährung der Pflanzen benutzte (22). In den letzten Jehren wurde diese Methode auch zur näheren Erforschung der Tätigkeit des Wurzelsystems angewandt (17, 18, 24).

Die im Zusammenhang mit der Blutung geleistete wissenschaftliche Arbeit war einesteils auf die Erforschung der Physiologie und des Mechanismus dieser Erscheinung gerichtet (6, 7, 12, 21, 24, 26, 27) und war anderenteils bestrebt, die Blutung selber als Methode zur Charakterisierung der Mineralstoffernährung der Pflanzen (10, 11, 13, 15, 22, 23, 25) bzw. des Wurzelsystems heranzuziehen (2, 3, 17, 18, 24).

Im Pflanzenphysiologischen Institut wurde bei der Untersuchung der Mineralstoffernährung der Kulturpflanzen auch die Blutungsmethode ange-

wandt. In den ausgeführten Versuchen ging das Bestreben dahin, Antwort auf folgende Fragen zu erhalten : Zeitdauer des Blutens, Intensität des Blutens, Veränderungen des Blutens mit wechselndem Alter, Gesetzmässigkeiten der Stickstoffumwandlung.

Material und Methode

Als Versuchspflanzen dienten Spargelkürbis, Mais «Martonvásár F. B.», Kartoffel «frühe Rosa» und Sonnenblume «Mauthner». Der Blutungssaft wurde mit Hilfe eines Auffanggefässes gesammelt, das mit einem Gummirohr an den Wurzelhals der Pflanze angeschlossen war (18). Mit der Blutung wurde jeweils morgens um 9 Uhr begonnen und der Saft je nach der Blutungsintensität der betreffenden Pflanzenart alle 3 oder 6 Stunden von denselben Pflanzenindividuen eingesammelt. Die Schnittfläche wurde nicht erneuert. Da die Blutungsintensität selbst der nebeneinander wachsenden Individuen ein und derselben Art sehr verschieden ist, so wurden, um verlässliche Durchschnittswerte zu erhalten, immer etwa je 50 Pflanzen bluten gelassen. Je nach der im Anfang gelieferten Saftmenge wurden die Individuen — da sie ja nicht gleichförmig intensiv bluteten — in drei, vier oder fünf Gruppen eingeteilt. Diese Gruppeneinteilung wurde dann während des Blutens nicht mehr geändert. Bei der Untersuchung der Blutungsintensität betrug die Blutungsdauer 36 Stunden. Bei der 32tägigen Sonnenblume, dem 42tägigen Mais und dem 79tägigen Kürbis wurden die Auffanggefässe an einigen intensiv blutenden Individuen belassen. Zweimal täglich — morgens und abends — wurde die Menge des Blutungssaftes bis zum Aufhören der Saftausscheidung gemessen.

In dem so gewonnenen Blutungssaft wurde die Menge des anorganischen, organischen und Gesamtstickstoffs bestimmt, u. zw. das Nitrat mit Phenoldisulfosäure (9), das Ammoniak mit der Diffusionsmethode (1) und der organische Stickstoff nach KJELDAHL bzw. mit Hilfe von NESSLERS Reagens. Das Nitrat wurde zuvor mit Xylenol aus dem Medium entfernt (5). NESSLERS Reagens wurde nach JENDRASSIK bereitet (8) : es wurden 8 g HgJ_2 und 10 g KJ in 10 ml Wasser gelöst, wonach die Flüssigkeit auf 100 ml aufgefüllt wurde. Nach 24 Stunden wurde die Lösung abzentrifugiert. Bei der Durchführung der Reaktion wurde als Schutzkolloid 1%iges Gummiarabikum benutzt. Der Gesamtstickstoff ergab sich als Summe des anorganischen und organischen Stickstoffs.

Die quantitative Bestimmung der organischen Stickstofformen erfolgte während der Vegetationsperiode zu drei Zeitpunkten, u. zw. an der 29tägigen — im intensiven vegetativen Wachstum befindlichen —, an der 48tägigen — in Blüte befindlichen — und an der 76tätigen, fruchtreifen Maispflanze. Die Blutung dauerte in jedem einzelnen Falle von 9 Uhr morgens bis nächsten Tag um 9 Uhr morgens. Die Auffanggefässe wurden alle 12 Stunden gewechselt. Der am Tag und in der Nacht gesammelte Blutungssaft wurde hinsichtlich sämtlicher bekannter Stickstofformen analysiert, d. h. hinsichtlich Nitrat-N, Ammoniak-N, Amino-N, Amid-N, mit Phosphorwolframsäure ausfällbarem N und Gesamt-N.

Die qualitative Bestimmung des Aminostickstoffs erfolgte auf dem Ringchromatogramm (19) mit Hilfe von Butanol-Eisessig-Phenol-Wasser im Verhältnis von 128 : 40 : 16 : 16 als Lösungsmittel, die quantitative Bestimmung mit der Methode von FISCHER und DÖRFEL (4) auf Papier Macherey-Nagel 619/H. Die Eindichtung des Saftes fand auf Papier statt, wenn jedoch die Hydrolyse durchgeführt wurde, dann im Vakuum bei 60° C. Der Amidstickstoff wurde nach zweistündiger Hydrolyse mit 30%iger Schwefelsäure durch Messung des während der Hydrolyse entstehenden Ammoniaks mit der Methode von SCHULEK und FÓTI (20) bestimmt. Der basische Stickstoff wurde mit 20%iger Phosphorwolframsäure ausgefällt, der Niederschlag nach 24stündigem Stehen abzentrifugiert, mit Schwefelsäure zerstört, und das entstandene Ammoniak mit NESSLERS Reagens bestimmt.

Ergebnisse

Die Zeitdauer des Blutens. Die Blutung der zur Untersuchung herangezogenen Pflanzenindividuen wurde solange fortgesetzt, bis sie nach kürzerer oder längerer Zeit vollständig aufhörte. Die erhaltenen Ergebnisse sind in Abb. 1 dargestellt. Es ist klar ersichtlich, dass sich die verschiedenen Pflanzen

sehr unterschiedlich verhalten, u. zw. weichen sie einerseits in der anfänglichen Intensität ihrer Blutung voneinander ab, und andererseits ist auch die Zeitdauer ihres Blutens verschieden.

Die Intensität des Blutens. Zur eingehenderen Untersuchung der Veränderung der Blutungssaftmenge wurden weitere Versuche von 36stündiger

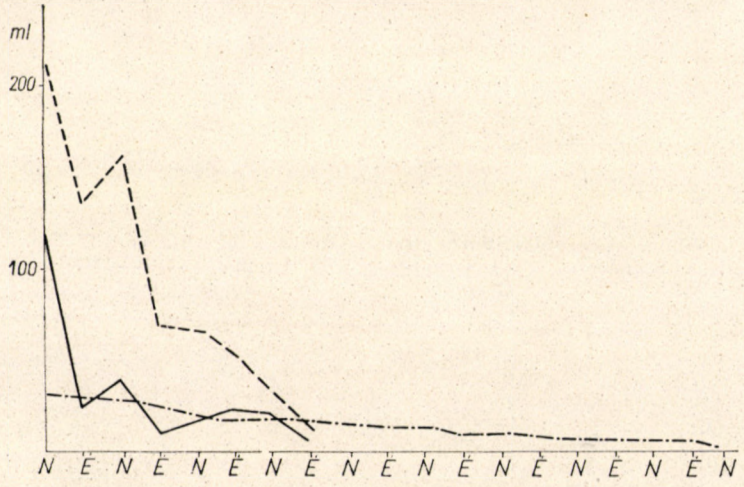


Abb. 1. Zeitdauer des Blutens. ——— Sonnenblume, 32tägig, Blutung: 25—29. VI.—·—·— Mais, 42tägig, Blutung: 20—29. VII. - - - - - Kürbis, 79tägig, Blutung: 10—14. VIII. N = Menge des am Tage gebluteten Saftes E = Menge des in der Nacht gebluteten Saftes.

Abb. 2. Kürbis, Menge des Blutungssaftes. Blutung im Alter von 29 Tagen. Sammlung des Saftes alle 3 Stunden. ——— I. Gruppe, - - - - II. Gruppe,—·—·—III. Gruppe, · · · · IV. Gruppe

Dauer angesetzt, wobei auch die vorherigen Angaben benutzt wurden. Die Blutungsintensität der in den Versuchen verwendeten Pflanzen wird in den Abbildungen 2 bis 5 veranschaulicht. Abb. 2 und 3 zeigen besonders gut, wie gross die individuellen Unterschiede sein können. In Abb. 2 ist zwischen der

I. und IV. Gruppe beim Anfangswert ein achtfacher Unterschied festzustellen. Auch diese Tatsache weist darauf hin, dass es unrichtig ist, für die Analyse nur die schwächsten oder stärksten Pflanzen auszusuchen.

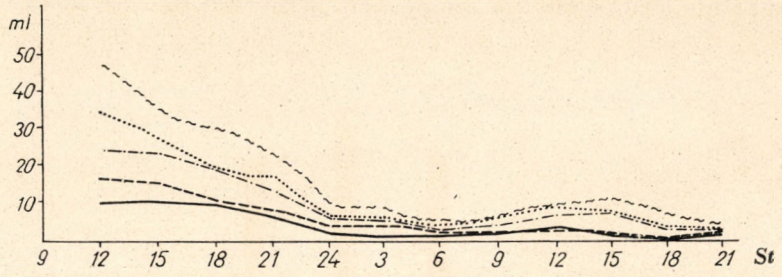


Abb. 3. Sonnenblume, Menge des Blutungssaftes. Blutung im Alter von 32 Tagen. Sammlung des Saftes alle 3 Stunden. ——— I. Gruppe, - - - - II. Gruppe, —·—·— III. Gruppe, · · · · IV. Gruppe, ∼ ∼ ∼ ∼ V. Gruppe

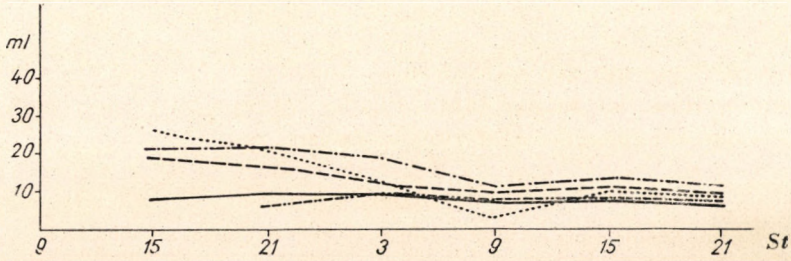


Abb. 4. Mais, Menge des Blutungssaftes. Blutung im Alter von 42 Tagen. Sammlung des Saftes alle 6 Stunden. ——— I. Gruppe, - - - - II. Gruppe, —·—·— III. Gruppe, · · · · · IV. Gruppe, - - - - - - O-Gruppe (die in die O-Gruppe gehörigen Pflanzen bluteten in den ersten 6 Stunden nicht).

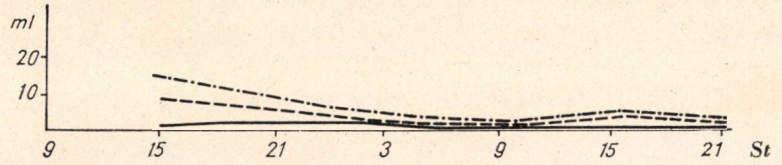


Abb. 5. Kartoffel, Menge des Blutungssaftes. Blutung im Alter von 48 Tagen. Sammlung des Saftes alle 6 Stunden. ——— I. Gruppe, - - - - II. Gruppe, —·—·— III. Gruppe

Veränderungen mit dem Alter der Pflanze. Die Menge des ausgeschiedenen Blutungssaftes bleibt im Laufe des Lebens der Pflanze nicht konstant, da ja die Blutung ein physiologischer und nicht ein physikalisch-chemischer Prozess ist und sich daher offensichtlich mit dem Lebensalter ändert. Abb. 6 stellt die in 36 Stunden ausgeschiedene, auf ein Individuum bezogene Blutungssaftmenge von Kürbispflanzen verschiedenen Alters dar. Aus der Abbildung

geht hervor, dass die im Blütenzustand befindliche 50tägige Pflanze am intensivsten blutet.

Die nachstehende Tabelle gibt einen ausführlicheren Vergleich der Saftausscheidung von 29-, 50- und 79tägigen Kürbispflanzen in den ersten und zweiten 12 Stunden. Während die Saftmenge in der vegetativen Phase in den zweiten 12 Stunden fast auf die Hälfte sinkt, beträgt diese Abnahme in der

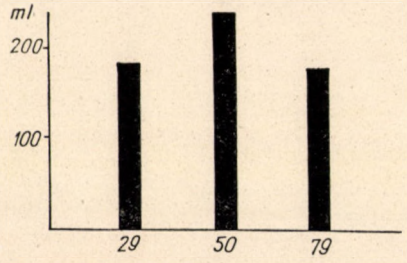


Abb. 6. Kürbis, Menge des Blutungssaftes im Alter von 29, 50 und 79 Tagen. Die Ordinate gibt die während 36 Stunden ausgeschiedene Saftmenge (auf ein Individuum bezogen) an.

generativen Phase nur etwa 13%. Diese Angaben bestätigen also ebenfalls die Feststellung, dass sich in der Intensität des Blutens ausgesprochene, mit dem Alter zusammenhängende Änderungen zeigen.

Tabelle I

Die Veränderung der Blutungsintensität des Kürbisses mit dem Alter

Alter	Menge des Blutungssaftes in ml auf 1 Pflanze bezogen			Ausmass der Abnahme der Blutung in % im Vergleich zu den ersten 12 Stunden	
	in den ersten 12^h	in den zweiten 12^h	in den dritten 12^h	in den zweiten 12^h	in den dritten 12^h
29 Tage	90,9	50,7	42,6	44,2	53,1
50 Tage (Blüte)	92,4	80,3	68,2	13,1	26,2
79 Tage (Fruchtreife) .	84,1	45,5	50,7	45,9	39,7

Die Gesetzmässigkeiten der Stickstoffumwandlung. Bei der Untersuchung der Stickstoffumwandlung wurde von der bereits bekannten und unbestreitbaren Tatsache ausgegangen, dass das Wurzelsystem einen gewissen Prozentsatz des Stickstoffs den oberirdischen Organen in organischer Form zuführt.

Beim Kürbis und beim Mais spielen sich sowohl in der vegetativen als auch in der generativen Phase die grössten Veränderungen in den ersten 12 Stunden ab. Sehr interessant ist die Frage nach der Richtung, in der sich das Verhältnis zwischen anorganischem und organischem Stickstoff verändert. Diese Frage bedarf noch eingehender Untersuchungen. Gleichzeitig mit der

starken Erniedrigung der Konzentration an anorganischem Stickstoff lässt sich eine Erhöhung des organischen Stickstoffgehaltes beobachten. Das Verhältnis zwischen anorganischem und organischem Stickstoff sinkt von dem

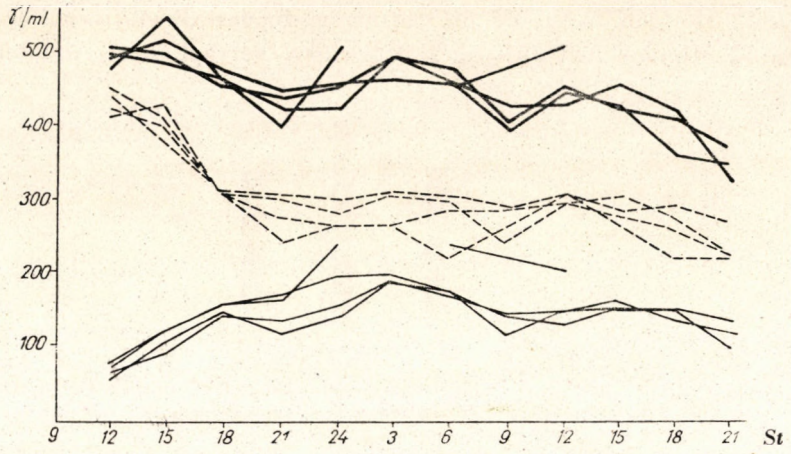


Abb. 7. Kürbis, Stickstofformen im Alter von 29 Tagen, in der Phase kräftigsten Wachstums. 3stündliche Analyse des Blutungssaftes während 36 Stunden. (Die 4 Linien bezeichnen jeweils die Konzentrationswerte der verschiedenen Gruppen.) - - - - - anorganischer N, ——— organischer N, ▬▬ Gesamt-N

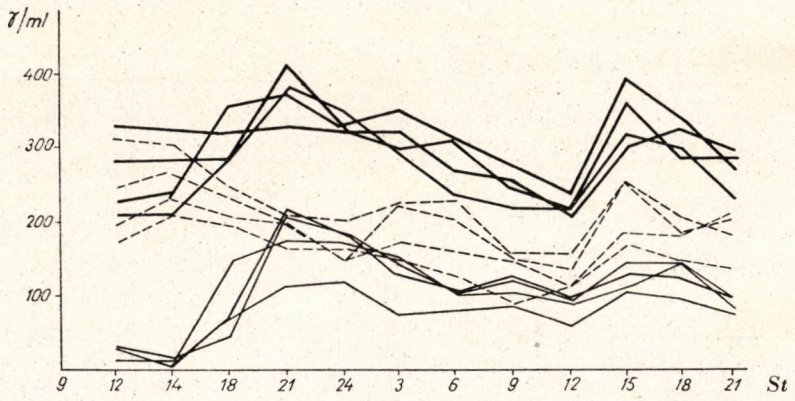


Abb. 8. Kürbis, Stickstofformen im Alter von 50 Tagen, in der Blütezeit. 3stündliche Analyse des Blutungssaftes während 36 Stunden. (Die 4 Linien bezeichnen jeweils die Konzentrationswerte der verschiedenen Gruppen.) - - - - - anorganischer N, ——— organischer N, ▬▬ Gesamt-N

beim Kürbis in der vegetativen Phase in der 6. Stunde gemessenen Wert von 3,63 in der 12. Stunde auf 1,89, und beim Mais von 5,42 auf 1,41. Die gegensätzliche Richtung der Veränderungen des Stickstoffgehaltes wird in den Abb. 7 bis 9 gut veranschaulicht. Die Veränderung der einen Form ist oft geradezu ein Spiegelbild der anderen.

In Abb. 10 sind die Veränderungen der Stickstofformen beim Mais während der 10tägigen Blutung dargestellt. Der Blutungssaft wurde alle 12 Stunden analysiert, wobei eine auch unter Freilandverhältnissen gut beobachtbare periodische Veränderung festgestellt wurde. Aus dem Unterschied zwischen der am Tage und in der Nacht gemessenen Gesamtstickstoffkonzentration geht hervor, dass die Pflanze nachts mehr Stickstoff aufnimmt als am Tage. Dies ist wahrscheinlich die Folge des im Laufe der Phylogenese der Pflanze entstandenen Rhythmus. Diese periodischen Veränderungen werden durch den aus den Blättern kommenden Assimilatenstrom beeinflusst (16). Ebendeshalb besteht die Möglichkeit, dass bei anderen Pflanzen der Wert der Tagesperiodizitätsänderung ein anderer ist.

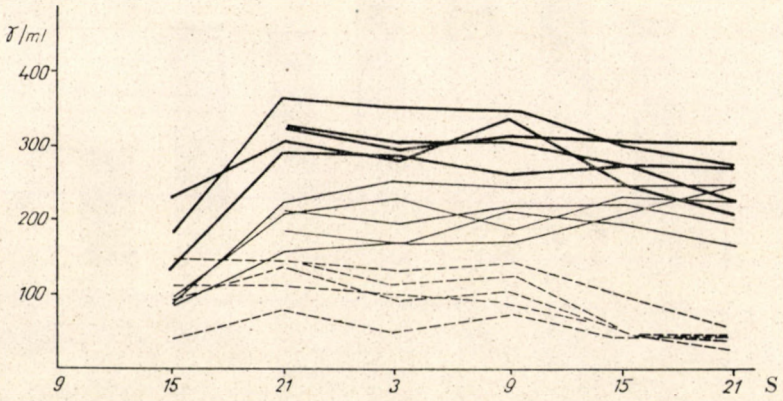


Abb. 9. Mais, Stickstofformen im Alter vor 42 Tagen, in der Blütezeit. 6stündliche Analyse des Blutungssaftes während 36 Stunden. (Die 5 Linien bezeichnen jeweils die Konzentrationswerte der verschiedenen Gruppen.)- - - - anorganischer N, ——— organischer N, ——— Gesamt-N.

Am Mais kann beobachtet werden, dass sich je nach der Änderung zwischen Tag und Nacht auch das Verhältnis zwischen organischem und anorganischem Stickstoff ändert, da sich nach dem zweiten Tage in dem am Tage gebluteten Safte kein Nitratstickstoff mehr nachweisen liess, während sich dieser nachts um einen Wert von 60 γ/ml bewegte.

Die Richtigkeit dieser Angaben wird durch die Feststellung POTAPOVS (14) über die Tagesperiodizität der Mineralstoffernährung unterstützt, in der er darauf hinweist, dass sich beim Mais die Aufnahme der Mineralstoffe und die Atmungsintensität in den Nachtstunden erhöhen und am Tage erniedrigen.

Untersuchung der organischen Stickstofformen. Im Blutungssaft des Maises wurden schon im Jahre 1953 qualitative Bestimmungen von Aminosäuren und quantitative von Amid- und basischem Stickstoff durchgeführt. Es gelang fünf Aminosäuren zu identifizieren, nämlich Arginin, Glutaminsäure, Alanin, Valin und Leuzin, während der Nachweis von Eiweiss und Peptid ein negati-

ves Ergebnis zeitigte (3). Im Jahre 1954 wurden die Untersuchungen durch quantitative Bestimmungen der Aminosäuren ergänzt, wobei auch angestrebt wurde, nach Konzentrierung und Hydrolyse des Saftes eventuell auch Peptide und Polypeptide nachzuweisen. Im eingedichteten Blutungssaft konnte ausser

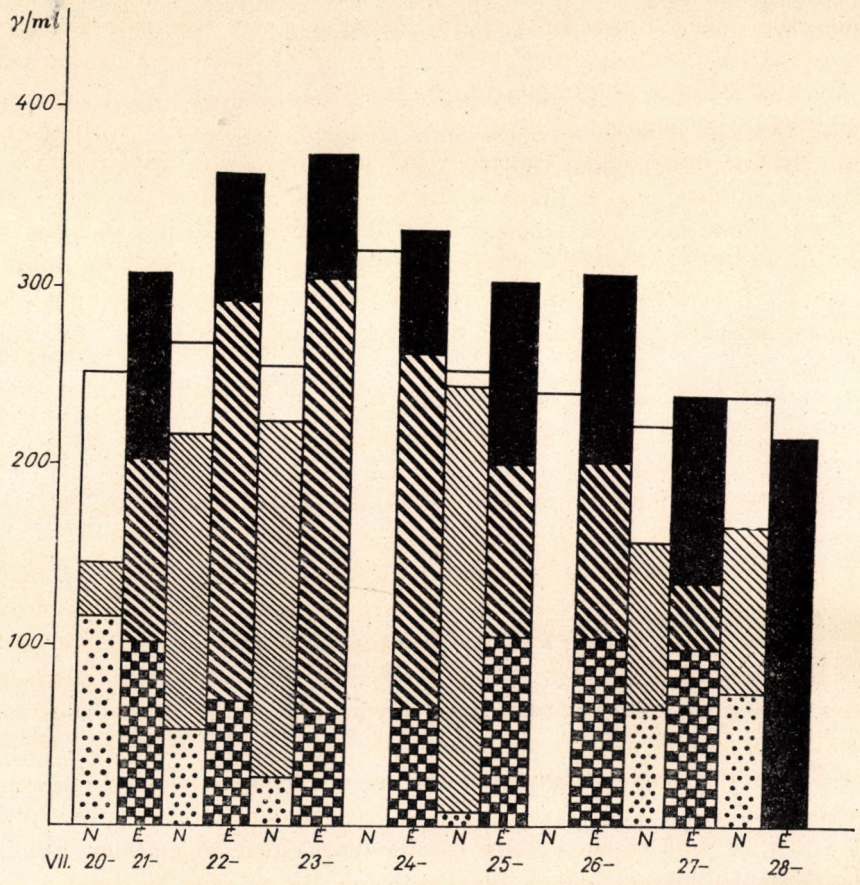


Abb. 10. Mais, Stickstofformen im Alter von 42 Tagen, in der Blütezeit. (Bei dem am 23. VII., 25. VII. am Tage und am 28. VII. nachts gesammelten Saft konnten mangels der Bestimmung des Ammoniakstickstoffs die Stickstofffraktionen nicht gesondert aufgetragen werden. In Ermangelung der vollständigen Analyse wurden die Resultate der letzten zwei Tage nicht angegeben)

den oben aufgezählten Aminosäuren noch Asparaginsäure, Asparagin und zeitweise auch Histidin, Lysin und Tyrosin nachgewiesen werden. Nach der Hydrolyse erschien auch das Glyzin, und die Farbe des Glutaminsäureflecks zeigte eine starke Vertiefung als Zeichen dafür, dass sich die Menge der Glutaminsäure vermehrt hatte. Diese Angaben werden auch durch das Versuchsergebnis von D. FEHÉR (mündlichs Mitteilung) erhärtet, dem es gelang, in

dem ihm von uns überlassenen Blutungssaft das Glutathion als erstes Peptid nachzuweisen.

Die Asparaginsäure, Glutaminsäure, das Asparagin, Alanin, Arginin, Valin und Leuzin wurden quantitativ bestimmt. Während der ganzen Vegetationsperiode ist das Arginin die dominierende Aminosäure. Interessant ist hierbei, dass sich seine Konzentration (in Prozenten des Gesamtaminosäuregehaltes) selbst bei Berücksichtigung des Tages- und Nachtsaftes kaum ändert und zwischen 50 und 60% schwankt.

Für die Identifizierung der verbleibenden Stickstoffmenge sind weitere Untersuchungen notwendig. Dieser Wert ist in der vegetativen Phase verhältnismässig gering und beträgt annähernd 7% des Gesamtstickstoffs. In der generativen Phase hingegen erreicht er in den Nachtstunden manchmal 40%. Aus diesem plötzlichen Anstieg geht hervor, dass die starke Zunahme des organischen Stickstoffes nicht proportional der Zunahme der von uns identifizierten organischen Stickstoffverbindungen verläuft.

Schlussfolgerungen

1. Die Dauer und Intensität der Blutung zeigen je nach den Pflanzenarten und den einzelnen Pflanzenindividuen grosse Unterschiede.

2. Die Menge des Blutungssaftes ändert sich mit dem Alter der Pflanze.

3. Beim Kürbis und beim Mais ändert sich sowohl in der vegetativen als auch in der generativen Phase die Konzentration des organischen und anorganischen Stickstoffs in den ersten 12 Stunden stark, u. zw. in entgegengesetzter Richtung ; die Konzentration des anorganischen Stickstoffes nimmt ab, die des organischen Stickstoffes zu. Die anfängliche Zunahme des organischen Stickstoffs zeigt sich auch bei den in verschiedene Klassen eingereihten Pflanzen (Kürbis, Mais) und auch in den verschiedenen Entwicklungsphasen, was den Schluss zulässt, dass diese Erscheinung einen allgemeinen Charakter besitzt. Offen ist hierbei jedoch die Frage, ob sie an eine bestimmte Tageszeit oder an den Rhythmus des Innenlebens der Pflanze gebunden ist. Vielleicht wird sie durch die Tatsache des Abschneidens infolge der Schwächung der Substanzbindefähigkeit der Zellen hervorgerufen.

4. An dem 10 Tage blutenden Mais wurde — auch unter Freilandverhältnissen — eine deutliche Tagesperiodizität der Änderungen der Stickstoffformen festgestellt. Nachts war mehr Stickstoff im Blutungssaft der Pflanze enthalten als am Tage. Besonders interessant ist die periodische Änderung des Nitratgehaltes, was darauf hinweisen dürfte, dass die Wurzeltätigkeit noch lange zeit nach dem Abschneiden aufrechterhalten bleibt.

5. Die bei der Analyse des Blutungssaftes noch nicht identifizierte Stickstoffmenge beträgt in der vegetativen Phase annähernd 7%. In der Blütezeit,

in den Nachtstunden, kann sich dieser Wert bis auf 40% erhöhen. Gleichzeitig steigt jedoch die Menge der von uns nachgewiesenen organischen Stickstoffverbindungen nicht proportional dazu an. Es ist wahrscheinlich, dass bei eingehenderen Untersuchungen noch eine oder mehrere andere Stickstoffverbindungen in grösserer Menge erscheinen werden.

LITERATUR

1. *Белозерский, А.Н.—Проскуряков, Н. И.:* 1951. Практическое руководство по биохимии растений. Москва.
2. *Быков, И. М.:* 1929. О минеральных соединениях азота в пасоке. Изв. Биолог. Научно-исследоват. Ин-та при Пермском Университете, **6**, 277.
3. CSEH, E.: 1953. Nitrogén formák a kultúrnövények könnyezési nedvében. (Stickstoffformen im Blutungssaft der Kulturpflanzen.) Vortrag gehalten in der Ungar. Akademie der Wissenschaften.
4. FISCHER, F. G.—DÖRFEL, H.: 1953. Zur quantitativen Auswertung der Papierchromatogramme von Eiweiss-Hydrolisaten. Biochem. Zeitschrift, **324,** S. 544—566.
5. HÄNNI, H.: 1951. Kolorimetrische Bestimmung kleiner Mengen von Nitrit und Nitrat in eiweisshaltigen Stoffen. Mikrochemie, **36—37,** S. 912—915.
6. HEYL, J. G.: 1933. Der Einfluss von Aussenfaktoren auf das Bluten der Pflanzen. Planta, **20,** S. 294—353.
7. HOFMEISTER, W.: 1862. Über Spannung, Ausflussmenge und Ausflussgeschwindigkeit von Säften lebender Pflanzen. Flora, **20,** SS. 97—108, 113—120, 138—152, 170—175.
8. JENDRASSIK, L.: Mündliche Mitteilung.
9. LANGE, B.: 1941. Kolorimetrische Analyse. Berlin. 1.
10. LAINE, T.: 1934. On the Absorption of Electrolytes by Cut Root of Plants and the Chemistry of Plant Exudation Sap. Acta Botanica Fennica, **16,** S. 1—64.
11. LOWRY, M. N.—HUGGINS, W. C.—FORREST, L. A.: 1936. The Effect of Soil Treatment on the Mineral Composition of Exuded Maize Sap at Different Stages of Development. Georgia Experiment Station Bull. **193.**
12. MILLER, E. C.: 1938. Plant Physiology. New York and London.
13. PIERRE, W. H.—POHLMANN, G. G.: 1933. Preliminary Studies of the Exuded Plant Sap and the Relation between the Composition of the Sap and the Soil Solution. Jour. of the American Soc. of Agr., **25,** S. 144—160.
14. *Потапов, Н. Г.—Станков, Н. Т.:* 1934. О суточной периодичности минерального питания. Докл. Акад. Наук, **2.**
15. *Потапов, Н. Г.—Соловьева, О.—Иванченко, И. И.:* 1936. К вопросу диагностирования минерального питания пшеницы. Тр. Ком. по Ирриг. Акад. Наук СССР, (8), 149.
16. *Потапов, Н. Г.:* 1940. Влияние светового режима на поступление минеральных веществ в растение. Вестник Агротехники, **2,** 71—97.
17. POTAPOV, N. G.: 1952. A gyökér szerepe a növények életében. (Die Rolle der Wurzel im Leben der Pflanze. Nur ungar.) Vortrag im Ungar. Biologenverein.
18. POTAPOV, N. G.—CSEH, E.: 1954. A tök és kukorica nitrogén táplálkozásának tanulmányozása a könnyezési nedv alapján. (Die Untersuchung der Stickstoffernährung des Kürbisses und Maises auf Grund des Blutungssaftes. Nur ungar.) Annal. Biol. Univ. Hung. **2,** S. 37—40.
19. RUTTER, L.: 1948. A Modified Technique in Filter Paper Chromatography. Nature, **161,** S. 435—436.
20. SCHULEK, E.—FÓTY, GY.: 1949. Igen kis mennyiségű nitrogén meghatározása szerves vegyületekben a Kjeldahl-féle elv alapján. (Die Bestimmung sehr kleiner Stickstoffmengen in organischen Verbindungen auf Grund des Kjeldahl-Prinzips. Nur ungar.) Magy. Kém. Lapja, **7,** 1—4.
21. SPEIDEL, B.: 1923. Untersuchungen zur Physiologie des Blutens bei höheren Pflanzen. Planta. **30,** S. 67—112.
22. *Сабинин, Д. А.:* 1928. Принципы и методика изучения минерального состава пасоки. Бюлл. отд. Земл. Гос. ин-та опытн. агрономии, **15.**
23. *Сабинин, Д. А.:* 1940. Минеральное питание растений. Москва.

24. *Сабинин, Д. А.:* 1949. О значении корневой системы в жизнедеятельности растений. Акад. Наук СССР, Тимирязевские чтения, **9**.
25. *Трубецкова, О. М.:* 1927. Влияние концентрации наружного раствора на поступление минеральных веществ в растениях. Изв. Биол. Научно-исследов. Ин-та при Пермском Университете, **5**.
26. *Трубецкова, О. М. - Шидловская, И. Л.:* 1951. Изучение суточной периодичности корневой системы. Акад. Наук СССР, Труды Ин-та Физиол. Раст., **7**.
27. Wieler, A.: 1892. Das Bluten der Pflanzen. Beiträge zur Biologie der Pflanzen, **6**, S. 1–211.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПЛАЧА И ПРЕВРАЩЕНИЕ АЗОТА В КОРНЕВОЙ СИСТЕМЕ

Н. Г. ПОТАПОВ, Э. ЧЕХ

Р е з ю м е

Авторы пользовались методом свора пасоки для подробного анализа функций корневой системы. Подопытными растениями были тыква, кукуруза, подсолнечник и картофель. Авторы собирали данные относительно продолжительности плача, его интенсивности и изменений по возрасту. Они исследовали далее действие продолжительности плача на концентрацию неорганического, органического и общего азота. Было установлено, что у тыквы и кукурузы в вегетативной и генеративной фазах концентрация неорганического и органического азота изменяется в течение первых 12 часов, а именно в противоположном направлении. Концентрация органического азота повышается, а неорганического азота сокращается.

У кукурузы, в случае подневного плача наблюдалась определенная суточная периодичность. В течение 7 дней после начала срезания количество азота было больше ночью чем днем.

В целях лучшего ознакомления с преобразовательной деятельностью корня авторы определили в пасоке, количество обнаруженных ими азотных соединений (нитратний азот, аммонийный азот, амидный азот, аминный азот, основной азот и общий азот) в вегетативной и генеративной фазах. Из числа аминокислот авторам удалось выявить и идентифицировать главным образом аспарагиновую кислоту, аргинин, глютаминовую кислоту, аспарагин, аланин, валин, лейцин, иногда лизин, гистидин и тирозин. После гидролиза появился также глицин, и окраска пятна глютаминовой кислоты сильно потемнела.

В вегетативной фазе количество все еще не идентифицированного азота приблизительно 7%, а в генеративной фазе оно достигает ночью 40%.

PHYSIOLOGISCHE UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN WURZELN VON LEGUMINOSEN UND NICHTLEGUMINOSEN

Von

N. G. POTAPOV und MÁRTA DÉVAY

Pflanzenphysiologisches Institut der Loránd-Eötvös-Universität, Budapest

(Eingegangen am 1. IV. 1955)

Einleitung

Obwohl die Wechselwirkung zwischen den Rhizobien und den Leguminosen recht eingehend untersucht worden ist, sind dennoch zahlreiche Seiten dieser bemerkenswerten Erscheinung noch ungeklärt. Das Ziel der vorliegenden Arbeit bildet die Untersuchung der Frage, auf welche physiologischen Eigenschaften des Wurzelsystems die Entstehung dieser Symbiose zurückzuführen ist. Was setzt die Pflanze imstande, mit den stickstoffixierenden Bakterien zusammenzuarbeiten, bzw. wie vermögen solche Bakterien überhaupt die Wurzeln zu infizieren? Worin unterscheiden sich diese Pflanzen von den übrigen, was ist der die Infektion durch die Bakterien regelnde, sog. Innenfaktor?

Eine Antwort auf diese Fragen wurde so zu erhalten versucht, dass der Stoffwechsel der Wurzeln von Leguminosen und Nichtleguminosen miteinander verglichen wurde.

Die Grundlage dieser Untersuchungen bildete die Annahme, dass bei der Ausbildung von Stoffwechselunterschieden zwischen den Leguminosen und Nichtleguminosen wohl die Eiweisse eine massgebliche Rolle spielen. Die ersten Untersuchungen wurden deswegen auf die Ermittlung bloss solcher Angaben beschränkt, die den Charakter der Eiweisse der Wurzelgewebe nur summarisch widerspiegeln. Ein solcher summarischer Kennwert ist der isoelektrische Punkt (IEP) der Gewebe, der bezüglich der tierischen Gewebe von PISCHINGER (6) und bezüglich der pflanzlichen Gewebe von NAYLOR eingeführt wurde. Bei Berücksichtigung aller Einwände (2), die gegen die vitale Doppelfärbung erhoben wurden, bildete sich dennoch die Meinung heraus, dass eine solche Bestimmung des IEP, trotzdem sie keinen absoluten Charakter, sondern nur einen Vergleichswert besitzt, innerhalb gewisser Fehlergrenzen gut zur Kennzeichnung der Natur der Eiweisse verwendet werden kann, wenn sie streng unter gleichbleibenden Verhältnissen durchgeführt wird. Mit Hilfe dieser Methode lassen sich also die Unterschiede in der Eiweisszusammensetzung der Wurzel gewebe bei den Leguminosen und Nichtleguminosen bis zu einem gewissen Grade aufzeigen. Es unterliegt allerdings keinem Zweifel, dass in den Zellen

nicht bloss ein einziges Eiweiss, sondern eine ganze Gruppe von Eiweissen mit verschiedenen IEP vorkommt. Aus diesem Grunde wurde auch nicht der IEP, sondern die isoelektrische Zone bestimmt, die je nach der Vielfalt der Plasmaeiweisse von unterschiedlicher Ausdehnung ist. Der Begriff des IEP der Gewebe hat sich aber bereits so eingebürgert und wird so allgemein angewandt, dass dieser Ausdruck auch in der vorliegenden Arbeit benutzt werden soll.

Methoden und Material

Bestimmung des IEP : Der IEP der Gewebe wurde durch vitale Doppelfärbung bestimmt Die mit einem Rasiermesser angefertigten Schnitte, die aus dem mittleren Drittel der mit Wurzelhaaren bestandenen Zone (Querschnitt) bzw. aus der Wurzelspitze (Längsschnitt) stammten, wurden zuerst in 0,1%iger Eosin- und dann in 0,01%iger Methylenblaulösung je 10 Minuten gefärbt. Danach wurden die Schnitte 2 bis 3 Minuten in dest. Wasser stehen gelassen. Von hier wurden die ungefähr gleichförmig dicken Schnitte, deren Verfärbung gleichfalls verhältnismässig gleichmässig war, in Pufferlösungen von verschiedenem pH-Wert gebracht. Die Kontrolle der vitalen Natur der Färbung erfolgte durch Plasmolyse in M KNO_3. Nach 2- bis 3stündigem Stehen wurden die Schnitte aus der Pufferlösung herausgenommen und in einem Tropfen der gleichen Pufferlösung bei geringer Vergrösserung untersucht. Die einzelnen Gewebe halten bei einem pH-Wert, der unter ihrem IEP liegt, das Eosin adsorbiert, während bei einem höheren pH-Wert das Methylenblau adsorbiert ist. Der IEP liegt beim Übergang von Rot zu Blau. Es wurden fallweise je 18 Pflanzen in zumindest drei Parallelversuchen untersucht, wobei der mögliche Fehler (auf die Serienbestimmungen bezogen) $\pm 0{,}2$ pH betrug. In den Abbildungen wird stets die mittlere isoelektrische Zone (IEP_M) angegeben. Die benutzte Pufferlösung bestand aus einem Mc Ilvainschen Phosphat-Zitronensäure-Gemisch von einem pH-Wert 2,2 bis 8,0, bei jeweils 0,2 Erhöhung. Der pH-Wert der Pufferlösungen wurde mit einem elektrischen pH-Messer kontrolliert.

Untersuchung der freien Aminosäuren : Die Extraktion der freien Aminosäuren erfolgte mit 96%igem Alkohol. Zu ihrer Trennung wurde die zweidimensionale, aufsteigende Papierchromatographie angewandt (Papier : Macherey—Nägeli 619/H). Die verwendeten Solvenzien waren : Phenol : Wasser : n-Butanol : Eisessig = 16 : 16 : 128 : 40 (für die I. Dim.) und bei der Temperatur der Chromatographie (22° C) mit Wasser gesättigtes Phenol (für die II. Dim.). Bei der Untersuchung von schwefelhaltigen Aminosäuren wurde die Stelle, wo der Tropfen auf das Papier gebracht wurde, mit 30%igem Wasserstoffperoxyd vorbehandelt. Die Identifizierung geschah auch durch Berechnung der R_f-Werte und durch Zumischung von reinen Aminosäuren zum Extrakt. Die Papierchromatogramme wurden mit 0,2% Azeton enthaltenden Ninhydrin bei 80° C entwickelt.

Untersuchung der Stickstofffraktion : Die Trennung des löslichen Stickstoffes vom Eiweissstickstoff erfolgte durch vorherige Ausfällung der Eiweisse mit Alkohol. Die Extrakte — bzw. bei Bestimmung des Gesamtstickstoffs der ganze Pflanzenteil — wurden mit cc. H_2SO_4 ohne Katalysator zerstört, wonach das entstandene Ammoniak im Schulekschen Mikrodestilliergefäss mit der Methode von Schulek (7) bestimmt wurde. Jeder Versuch wurde mit zumindest vier Wiederholungen ausgeführt und dabei fallweise der Durchschnitt von 40 bis 60 Pflanzen untersucht. Der mögliche Fehler betrug nicht mehr als $\pm 5\%$.

Sterilkulturen : Die Samen wurden 20 Minuten lang mit 1% Brom enthaltendem Wasser sterilisiert. Die Keimung erfolgte in Petrischalen, auf 1%igem Agar bei 22° C. Der zur Kultur der Wurzeln benutzte Nährboden war Withesche Mineralnährlösung, ergänzt mit Hefeextrakt, 0,2% Saccharose und 0,75% Agar-Agar.

Versuchspflanzen : Die zu den Versuchen benötigten Pflanzen — Bohnen («Perlbohne»), Erbsen («Express»), Sonnenblumen und Kürbisse («sitzender Spargelkürbis») — wurden in Petrischalen auf Filtrierpapier bei 22° C gezogen. Um ein gleichmässiges Keimen zu gewährleisten, wurden die Samenschalen entfernt. Bei Versuchen, die mehr als 10 Tage dauerten, wurden auch parallele Freilandversuche angesetzt.

Die hier beschriebenen Untersuchungen erfolgten in den Jahren 1952 und 1953.

Versuchsergebnisse

Aus den Kurven in Abb. 1 ist gut ersichtlich, dass der IEP im Rindenteil der mit Wurzelhaaren bestandenen Zone bei den Nichtleguminosen als Funktion der Zeit ansteigt. Diese Veränderung ist in den ersten Tagen rascher als später (d. h. die Kurve ist anfangs steiler). Ganz anders ist hingegen die Veränderung, die in den Wurzelgeweben der Leguminosen eintritt. Der bei den Leguminosen

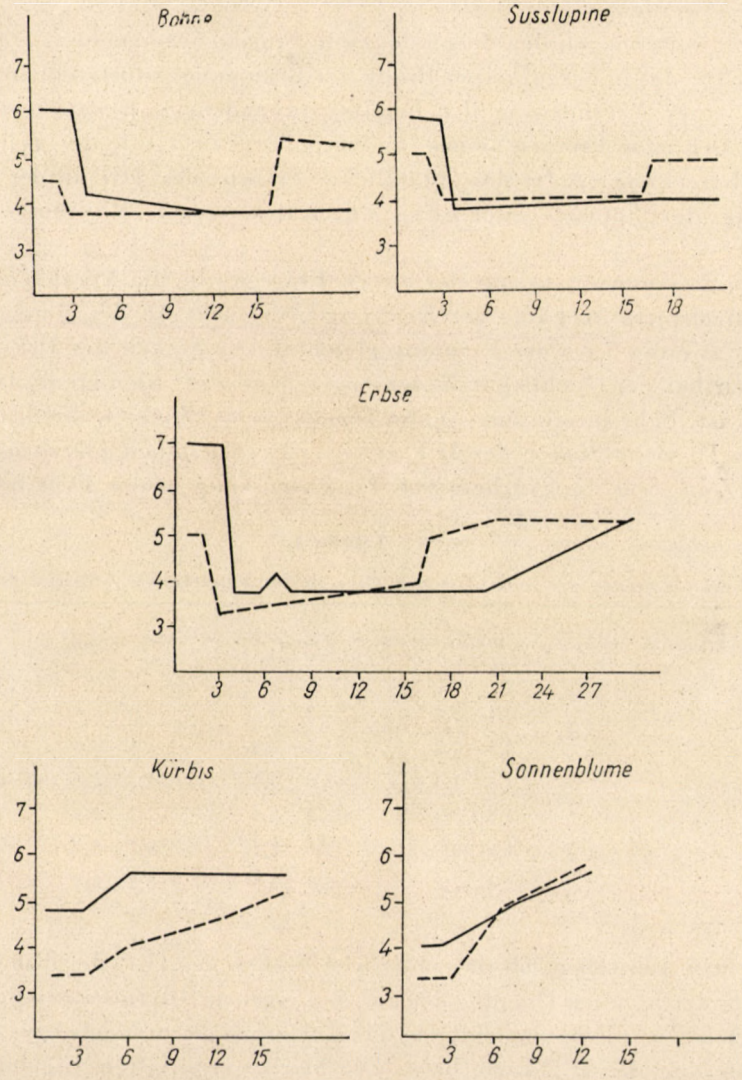


Abb. 1. Die Veränderungen der IEP_M im Wurzelgewebe (differenzierte, mit Wurzelhaaren bestandene Zone). Abszisse: Alter der Pflanze in Tagen. Ordinate: IEP_M pH. *a)* Bohne, *b)* Süsslupine, *c)* Erbse, d*)* Kürbis, *e)* Sonnenblume. ——— primäre Rinde, — — — — Bast. (Die Untersuchungen wurden täglich durchgeführt)

in den ersten Tagen festgestellte IEP sinkt später in ausgeprägter Weise, was mit dem Zeitpunkt des Grünwerdens der ersten Laubblätter zusammenfällt.

Es ist interessant, dass die Veränderungen des IEP im Phloëm vor denen in der primären Rinde eintreten, ein Zeichen dafür, dass zwischen der Veränderung des IEP der Rinde und dem Spross wahrscheinlich ein enger Zusammenhang besteht. Bezüglich das IEP der übrigen Gewebe konnte kein wesentlicher Unterschied zwischen den Leguminosen und den Nichtleguminosen gefunden werden.

Im weiteren wurden folgende zwei Fragen untersucht: 1. Besteht die Ursache für das in der primären Rinde der Leguminosen feststellbare Sinken des IEP in einer Veränderung der bereits vorhandenen Eiweisse oder synthetisieren sich neue Eiweisse eines anderen Typs im Laufe der Zellteilung und der Zellstreckung? 2. Ist das plötzliche Sinken des IEP in der Rinde eine Wirkung des Sprosses oder ist es durch den eigenen Rhythmus der Wurzel bedingt?

Im Zusammenhang mit der ersten Frage wurde die Veränderung des IEP der Wurzelspitze im Laufe der Keimung untersucht. In der Wurzelspitze lässt sich am zweiten Tage der Keimung gleichfalls ein Sinken des IEP beobachten, das auch bei den Nichtleguminosen, jedoch in weit kleinerem Ausmass vorhanden ist. Sehr interessant ist die isoelektrische Zone während des Sinkens (Tabelle I). Beim Sinken des IEP erweitert sich nämlich plötzlich die isoelektrische Zone, was die Synthese von Eiweissen eines neuen Typs beweist.

Tabelle I

Die Veränderungen der isoelektrischen Zone in der Wurzelspitze während des Keimens

Alter der Pflanze in Stunden	Bohne	Erbse	Sonnenblume	Kürbis
24	3,4—3,6	3,2—3,4	2,6—2,8	2,2—2,4
36	3,4—3,6	3,2—3,4	2,4—2,6	2,2—2,4
48	1,8—3,4	2,0—3,0	2,2—2,4	2,0—2,4
72	1,8—2,0	2,2—2,4	2,2—2,4	1,8—2,2
96	1,8—2,0	2,0—2,2	2,2—2,4	1,8—2,2
144	2,6—2,8	2,8—3,0	2,2—2,4	2,2—2,6

Um festzustellen, ob das plötzliche Sinken des IEP der Rinde auf eine Wirkung der höheren Organe oder auf den eigenen Rhytmus der Rinde zurückzuführen ist, wurde untersucht, wie das Entfernen des Stengels bzw. des Sprosses die Änderung des IEP beeinflusst. Die hierbei ermittelten Ergebnisse sind in Tabelle II zusammengestellt.

Die Änderung des IEP hängt mit dem Spross zusammen, wobei sogar ein gewisser Zusammenhang mit dessen Entwicklungsgrad wahrscheinlich

Tabelle II

Die Veränderungen der IEP_M bei der Bohne nach Entfernung verschiedener Organe

Lfd Nr.	Entferntes Organ	Zeitpunkt der Entfernung	Kulturmethode	IEP_M
1	—	Nach der Quellung	Licht	4,2
2	—	Nach der Quellung	Dunkel	4,2
3	Spross	im Alter von 2 Tagen	Licht	5,2
4	Spross	im Alter von 4 Tagen	Dunkel	5,2
5	Spross	im Alter von 2 Tagen	Licht	5,0
6	Spross	im Alter von 2 Tagen	Licht	4,2
7	Keimblatt.....	im Alter von 4 Tagen	Licht .	4,1
8	Spross + Keimblatt	—	Licht	5,8
9	Spross + Keimblatt	—	Licht	4,1

Die Variationen Nr. 1—7 bildeten sich in Leitungswasser, Nr. 7—9 in Sterilkulturen aus. Die Aufarbeitung erfolgte am 5. Tage nach der Entfernung des Organs.

ist, da die Entfernung des Sprosses nach einem gewissen Alter wirkungslos bleibt. Die Gegenwart des oberen Sprossteils kann weder durch Zucker noch durch Hefeextrakt ersetzt werden.

Auf Grund dieser Ergebnisse lässt sich also feststellen, dass in der Eiweisszusammensetzung der Leguminosen und Nichtleguminosen zur Zeit des Grünwerdens der ersten Laubblätter wesentliche Unterschiede eintreten. Im weiteren wurde die Änderung der freien Aminosäuren der Wurzel im Laufe der Keimung untersucht, um auch noch andere Unterschiede zwischen den Leguminosen und Nichtleguminosen festzustellen.

Mit Hilfe der papierchromatographischen Methode gelang es, neben der Gegenwart von nicht identifizierbaren Verbindungen zahlreiche freie Aminosäuren nachzuweisen (Tabelle III). Bei den Leguminosen wurden — wie dies ja zu erwarten war (1) — viel mehr verschiedene freie Aminosäuren festgestellt als bei den Nichtleguminosen. Die Identifizierung der unbekannten Flecke bildete jedoch ein noch zu lösendes Problem. Die Farbe des *C*-Fleckes war bei Behandlung mit Ninhydrin ein charakteristisches Violett, das bei der Bohne erst im mehrere Tage alten Keim erschien. Es ist möglich, dass es sich hier um Pipekollsäure oder um eines ihrer Derivate handelt. Diese Annahme wird auch durch das Untersuchungsergebnis von MORRISON bekräftigt (4).

Ein deutlicher Zusammenhang zeigt sich auch zwischen dem Wert des IEP und der qualitativen Verteilung der freien Aminosäuren. Bei einem hohen Wert des IEP findet sich nämlich unter den Aminosäuren immer der *C*-Fleck sowie die aus dem Zystin und Zystein stammende Zysteinsäure.

Tabelle III

Die Veränderungen der freien Aminosäuren während des Keimens

Aminosäure	Bohne							Erbse							Sonnenblume							Kürbis						
	mit Wurzelhaaren bestandene Zone					Wurzelspitze		mit Wurzelhaaren bestandene Zone					Wurzelspitze		mit Wurzelhaaren bestandene Zone					Wurzelspitze		mit Wurzelhaaren bestandene Zone					Wurzelspitze	
	Alter der Pflanze in Tagen																											
	1	3	5	7	9	1	3	1	3	5	7	9	1	3	1	3	5	7	9	1	3	1	3	5	7	9	1	3
Zysteinsäure	+	+				+	+	+	+	+			+	+														
Glutaminsäure	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																	
Glutamin	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Asparaginsäure	+																											
Asparagin		+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Serin	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Glykokoll	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Lysin	+	+	+				+	+	+	+	+	+		+														
Alanin	+					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Phenylalanin	+	+				+		+	+	+	+	+	+	+														
Arginin	+		+	+				+	+	+	+	+	?	?	+	+	+			+		+	+	+	+	+	+	+
Tyrosin	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Leuzin	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Valin		+	+	+	+	+	+				+																	
Prolin								+				+	+		+	+	+	+			+							
Oxyprolin												+	+	+														
A	+	+	+	+	+					+	+																	
B	+	+	+			?																						
C	+	+				+																						
D															+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
E															+		+		+	+		+		+	+	+	+	+
F																		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Beim Kürbis und der Sonnenblume konnten ebenfalls 10 bis 12 Flecke gefunden werden, die ninhydrinpositiv waren. Es ist wahrscheinlich, dass man es hier mit irgendwelchen Verbindungen vom Peptidtyp zu tun hat. Bei den

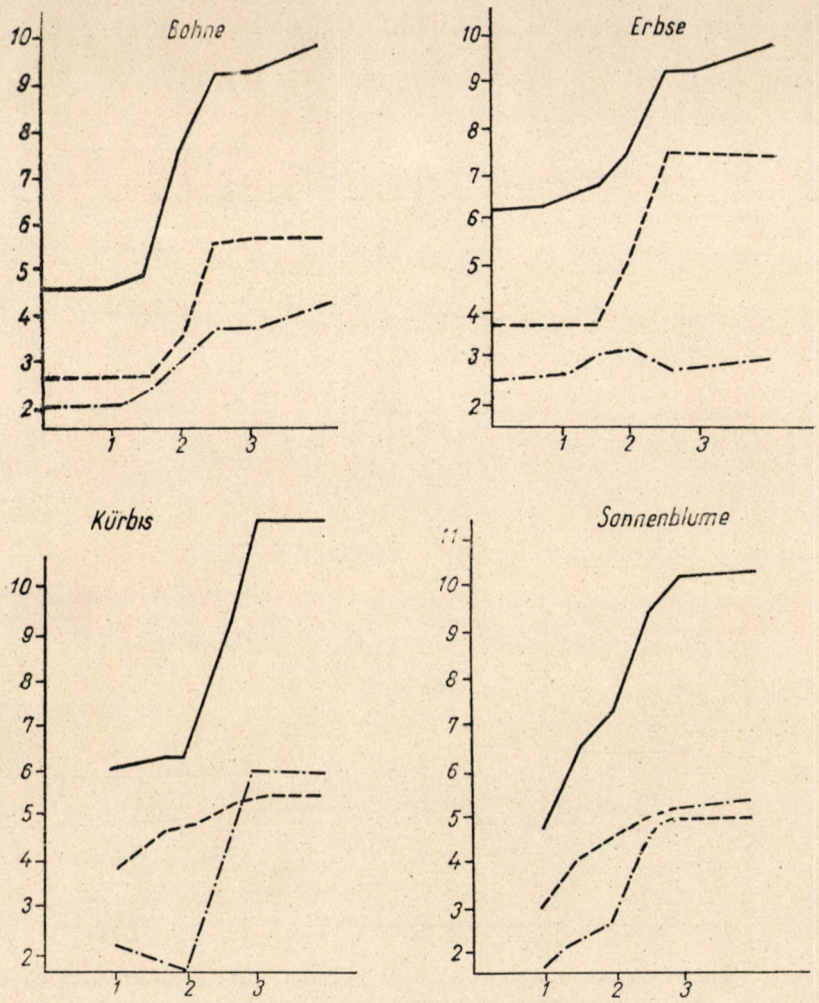


Abb. 2. Die Veränderungen des Gesamtstickstoffs, des Eiweissstickstoffs und des löslichen Stickstoffs in den ersten 5 mm der Wurzel (Spitze). Abszisse : Alter der Pflanze in Tagen. Ordinate : mg N/g frisches Gewicht. *a)* Bohne, *b)* Erbse, *c)* Kürbis, *d)* Sonnenblume. ——— Gesamtstickstoff, — — — — Eiweissstickstoff, —·—·— löslicher Stickstoff. (Die Untersuchungen wurden 12stündlich durchgeführt.)

Leguminosen trat bei ähnlicher Behandlung keine Veränderung des Chromatogrammes ein.

Da sich in der qualitativen Zusammensetzung der freien Aminosäuren auf diese Weise ein wesentlicher Unterschied ergeben hatte, war es zu erwarten,

dass man auch im Verhältnis der einzelnen Stickstofffraktionen einen Unterschied zwischen den Leguminosen und Nichtleguminosen finden werde. Aus diesem Grunde wurden die Veränderungen des Gesamtstickstoffs, des Eiweissstickstoffs und des löslichen Stickstoffs in der mit Wurzelhaaren bestandenen Zone bzw. in der Wurzelspitze während des Keimens untersucht (Abb. 2 und 3).

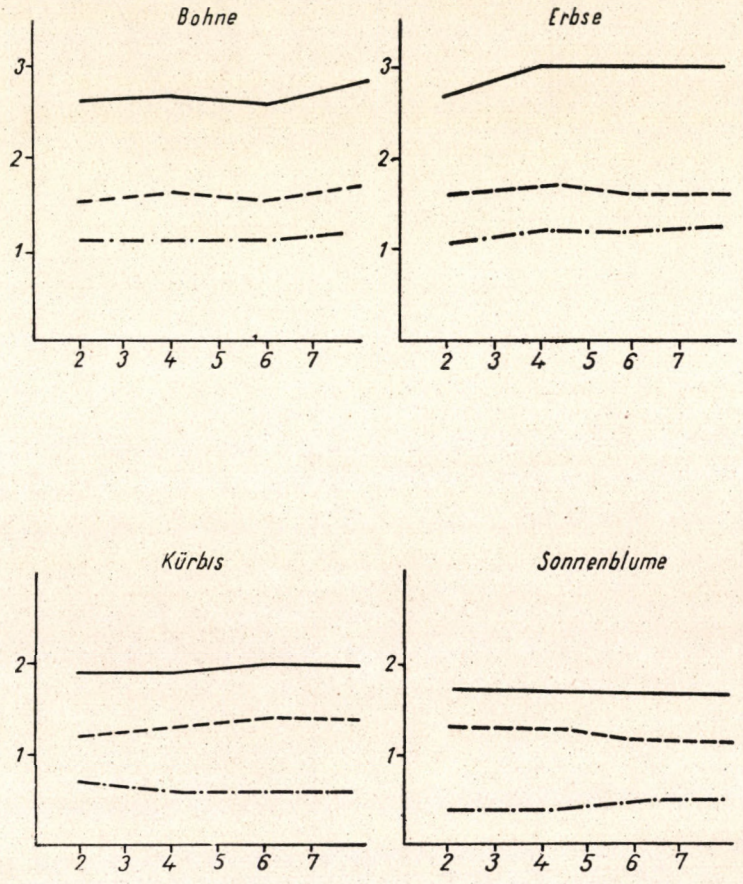


Abb. 3. Die Veränderungen des Gesamtstickstoffs, des löslichen Stickstoffs und des Eiweissstickstoffs in der mit wurzelhaaren bestandenen Zone. Abszisse: Alter der Pflanze in Tagen Ordinate mg N/g frisches Gewicht. *a)* Bohne, *b)* Erbse, *c)* Kürbis, *d)* Sonnenblume. ——— Gesamtstickstoff, — — — — Eiweissstickstoff, — · — · — löslicher Stickstoff. (Die Untersuchungen wurden täglich durchgeführt.)

Aus den Abbildungen geht hervor, dass zwischen den Leguminosen und Nichtleguminosen im Gesamtstickstoffgehalt, insbesondere aber im Verhältnis des löslichen Stickstoffes und des Eiweissstickstoffes Unterschiede bestehen, was es als wahrscheinlich erscheinen lässt, dass die mit den Papierchromatogrammen nachweisbaren Unterschiede nicht nur qualitativer Natur sind.

Im allgemeinen ist zu beobachten, dass der Gesamtstickstoffgehalt der mit Wurzelhaaren bestandenen Zone in den Wurzeln der Leguminosen — wie dies zu erwarten war — um etwa 30% höher ist als der Gesamtstickstoffgehalt der Wurzeln der Nichtleguminosen. Die Menge an löslichem Stickstoff ist in den Wurzeln der Nichtleguminosen wesentlich niedriger, während die Eiweisstickstoffkonzentration in beiden Pflanzengruppen nahezu gleich ist. Die Ursache für den Unterschied im Gesamtstickstoffgehalt dürfte im Unterschied der löslichen Stickstoffmenge zu suchen sein.

Auch in der Wurzelspitze zeigt sich ein Unterschied im Verhältnis des löslichen und des Eiweisstickstoffes. Bei den Leguminosen bleibt die Menge des Eiweisstickstoffes unter der des löslichen Stickstoffes.

Besprechung der Ergebnisse

Auf Grund der bisherigen Angaben zeigt sich ein Unterschied zwischen den Leguminosen und Nichtleguminosen im IEP sowie im Verhältnis der freien Aminosäuren und der einzelnen Stickstofffraktionen. Zweifellos ist von diesen Unterschieden der Ablauf der IEP-Kurve und das nur bei den Leguminosen auftretende plötzliche Absinken des IEP, das eng mit der Entwicklungsstufe des Sprosses zusammenhängt, am interessantesten. Die Änderung des IEP kann nicht ausschliesslich durch das Lebensalter bedingt sein, weil sie bei Entfernung des Sprosses nicht beobachtet werden konnte. Diese Verminderung des Wertes des IEP ist zweifellos für die Leguminosen charakteristisch und hängt wahrscheinlich mit ihrer Eigenschaft zusammen, dass die stickstoffixierenden Bakterien imstande sind, ihre Wurzeln zu infizieren. Diese Annahme wird auch durch die von THORNTON (8) und VIRTANEN (9) erhaltenen Ergebnisse unterstützt. THORNTON nimmt als Zeitpunkt der Infektion das Erscheinen der ersten Laubblätter an, wodurch die Pflanze befähigt wird, einen bakterienaktivierenden Stoff zu erzeugen. Dies stimmt insofern gut mit unseren eigenen Angaben überein, als eine gewisse Entwicklungsstufe des Sprosses zur Senkung des IEP notwendig ist. Nach den Untersuchungen von VIRTANEN lässt sich zwar schon an den noch keimblattlosen Embryonen die Entwicklung von bakterienhaltigen Knollen beobachten, doch kann keine Fixierung von Stickstoff festgestellt werden. Laut unserer Beobachtungen übt die Entfernung der Keimblätter keinen Einfluss auf das Sinken des IEPaus. Hieraus wird man den indirekten Schluss ziehen können, das der niedrige Wert des IEP nicht so sehr mit der Fixierung des Stickstoffs als vielmehr mit der Infektion durch die Bakterien zusammenhängt.

Eine solche physiologische Wirkung des Sprosses kann nicht auf eine einfache Assimilationstätigkeit zurückgeführt werden. Das Sinken des IEP tritt bei Vorhandensein des Sprosses auch dann ein, wenn die Möglichkeit der Photosynthese ausgeschlossen wird. Zu klären ist noch, worin die physiologische

Wirkung des Sprosses besteht. Wahrscheinlich ist, dass seine Gegenwart nach der Ausübung der Wirkung nicht weiter notwendig ist. Wie auch aus Tabelle II gut ersichtlich ist, ruft die Entfernung des Sprosses von der Eiweiss mit einem niedrigen IEP synthetisierenden Wurzel, wenn das Sinken des IEP-Wertes in der Wurzelspitze einmal erfolgt ist, keine neuerliche Erhöhung des IEP hervor.

Die unmittelbare Ursache füs das Sinken des IEP dürfte wohl eine Veränderung der Eiweisszusammensetzung scin. Es ist unwahrscheinlich, dass sich die bereits vorhandenen Eiweisse ändern, vielmehr ist anzunehmen, dass sich im Laufe der Zellteilung und der Zellstreckung neue Eiweisse mit niedrigem IEP synthetisieren.

Ein zweiter nachweisbarer Unterschied besteht in der qualitativen Zusammensetzung der freien Aminosäuren. Es lässt sich nur schwer entscheiden, ob die sich im Stickstoff-Stoffwechsel zeigenden Unterschiede Ergebnisse der unterschiedlichen Speicherungsformen sind oder nicht. Es darf wohl angenommen werden, dass die vielen freien Aminosäuren in den eher Eiweissstoffe speichernden Samen der Leguminosen und infolgedessen in ihren Keimen eben als Folge der Speicherungsform erscheinen. Auf diese Weise steht der Unterschied im Stickstoff-Stoffwechsel in keinem Zusammenhang mit der Infektion durch Rhizobien. Wenn dies nämlich der Fall wäre, so hätte man diese Erscheinung (zahlreiche freie Aminosäuren, Sinken des IEP usw.) auch bei der Sonnenblume beobachten müssen, bei der der Eiweissgehalt der Samen ungefähr dem der Leguminosen gleich ist. Es ist also wahrscheinlicher, dass die Unterschiede im Stickstoff-Stoffwechsel mit der Fähigkeit zur Ausbildung der Symbiose in Verbindung stehen. Diese Annahme bedarf aber noch weiterer Untersuchungen.

Natürlich lokalisieren sich die auftretenden Unterschiede nicht nur auf den Stickstoff-Stoffwechsel, sondern erstrecken sich auch auf andere Prozesse. Es wird wohl erst nach weiteren Untersuchungen möglich sein festzustellen, welche Stoffwechselprozesse die Entwicklung der Rhizobien in den Geweben der Pflanzen sicherstellen, und eine Antwort auf die Frage zu erhalten, ob es überhaupt möglich ist, an den Wurzeln von Nichtleguminosen die Entstehung von Knollen hervorzurufen, die stickstoffixierende Mikroorganismen enthalten.

LITERATUR

1. HUNT, G. E.: 1951. A Comparative Chromatographic of Amino Acids in five Species of Legumes Roots and Nodules. Amer. J. Bot., **38**, S. 452–460.
2. LEVINE, N. D.: 1940. The Determination of Apparent Isoelectric Points of Cell Structures by Staining at Controlled Reactions. Stain Technol., **15**, S. 91–137.
3. FEDOROW, M. W.: 1951. Mikrobiológia. (Übers. aus d. Russ. ins Ungar.) Mezőgazdasági Kiadó Budapest.
4. MORRISON, R. J.: 1953. The Isolation of 1-Pipecolinic Acid from Trifolium pratense. Biochem. J., **53**, S. 474–478.
5. NAYLOR, E. E.: 1926. The Hidrogen Ion Concentration and the Staining of Sections of Plant Tissues. Amer. J. Bot., **13**, S. 265–297.
6. PISCHINGER, A.: 1926. Die Lage des isoelektrischen Punktes histologischer Elemente als Ursache ihrer verschiedenen Färbbarkeit. Z. f. Zellf. u. Mikrosk. Anat., **3**, S. 169–197.

7. Schulek, E. und Foti, Gy.: 1949. Igen kismennyiségű nitrogén meghatározása szerves vegyületekben a Kjeldahl-féle elv alapján. (Die Bestimmung sehr kleiner Stickstoffmengen in organischen Verbindungen auf Grund des Kjeldahlschen Prinzips. Ungar. mit deutscher Zusammenfassung.) Magyar Kémikusok Lapja, **7**, S. 1—4.
8. Thornton, H. G.: 1952. A Discussion on Symbiosis in Volving Micro-organisms. Proc. Roy. Soc., **139**. S. 170—207.
9. Virtanen, A. I. und Rautanen, N.: 1951. Nitrogen Assimilation. In: Summer, J. B., Myrbäck, K., The Ensimes. New-York. Acad. Press. chap., **76**, S. 1089—1130.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗНИЦЫ МЕЖДУ КОРНЯМИ БОБОВЫХ И НЕБОБОВЫХ РАСТЕНИЙ

Н. Г. ПОТАПОВ — М. ДЕВАИ

Резюме

Авторы проводили сравнительные исследования относительно азотного обмена корней проростков бобовых и небобовых растений в первые 10 дней развития.

Было установлено, что в зоне корневых волосков бобовых растений, в противоположность небобовым, изоэлектрическая точка (ИЕТ) первичной коры сильно смещается в направлении к кислому pH Этот сдвиг величины изоэлектрической точки тесно связан с присутствием надземных органов, т. е. со степенью их развития. Сдвиг величины изоэлектрической точки наблюдается также в верхушке корня, где этот сдвиг гораздо более выражен у бобовых, чем у небобовых растений.

Между бобовыми и небобовыми растениями проявляется разница также в составе свободных аминокислог и в соотношении отдельных форм азота (растворимый азот, белковый азот).

Наблюдаемые в обмене азота разницы не являются следствием возрастных изменений и различных способов накопления, а по всей вероятности связаны с образованием симбиоза.

PHOSPHORFORMEN IM BLUTUNGSSAFT DER KULTURPFLANZEN

Von

N. G. POTAPOV und ILDIKÓ MOLNÁR-KERESZTES

Pflanzenphysiologisches Institut der Loránd-Eötvös-Universität, Budapest

(Eingegangen am 30. III. 1955)

Einleitung

Die Frage des Phosphorstoffwechsels der Pflanzen steht erst seit jüngerer Zeit im Mittelpunkt des Interesses und ihre eingehendere Untersuchung befindet sich daher noch im Anfangsstadium. Der heutige Stand unserer zellphysiologischen und biochemischen Kenntnisse lässt die ungeheuere Bedeutung des Phosphors für den pflanzlichen Organismus bereits klar zutage treten. Das von der Pflanze aufgenommene anorganische Phosphat, das schon allein eine wichtige Aufgabe erfüllt, wird zum grundlegenden Element der konstitutionellen Eiweisse des Zellkernes und des Plasmas, nimmt am Aufbau der Phosphatiden, Nukleinsäuren und verschiedener Phosphorsäureester teil und spielt so in der Verwirklichung der grundlegenden Funktionen des pflanzlichen Organismus eine entscheidende Rolle.

Es muss festgestellt werden, dass die in der Pflanze stattfindenden Phosphorumwandlungen erst mit Hilfe der modernsten und zeitgemässesten Methoden der jüngsten Jahre (Phosphorisotope, Papierchromatographie) erforscht werden konnten (15). Vor der Einführung dieser Methoden hatten die Untersuchungen über die Phosphorernährung der Pflanze einen ganz anderen Charakter (26).

Laut der zeitgemässen Auffassung über die Nahrungsaufnahme der Pflanzen nimmt die Pflanze die Nährstoffe in der Weise auf, dass diese mit dem Protoplasma der absorbierenden Zellen in Wechselwirkung treten (26). Die Rolle der Wurzel in der Nährstoffaufnahme ist also keineswegs so passiv, wie es früher angenommen wurde. Zahlreiche Versuchsangaben liefern heute bereits unanfechtbare Beweise für die aktive Stoffumwandlungstätigkeit der Wurzel. So verallgemeinert z. B. SABININ die Feststellung, dass sich das Nikotin im Wurzelsystem synthetisiert, in folgender Formulierung: «In der Wurzel geht eine auf artspezifische Weise erfolgende Umwandlung der von der Wurzel absorbierten anorganische Stickstoffverbindungen zu organischen Verbindungen vor sich, die nicht selten über eine hohe physiologische Aktivität verfügen« (34). Gleichfalls von grosser Bedeutung sind die diesbezüglichen Feststellun-

gen von DE ROPP, der experimentell nachwies, dass die Wurzel physiologisch aktive Substanzen produziert (7, 8), die das Wachstum der oberirdischen Organe beeinflussen. Aus all dem folgt also, dass die sich mit Ernährungsfragen befassende vorliegende Arbeit nur dann zum Ziel führen wird, wenn sie diese Tatsache gebührend in Rechnung stellt (2, 9, 14, 35).

Es unterliegt keinem Zweifel, dass zur Ausarbeitung einer rationellen, einen je höheren Ernteertrag gewährleistenden Düngung der Pflanzen ihr Stoffwechsel weitgehend bekannt zu sein hat. Um dies erreichen zu können, ist wiederum eine richtige Untersuchungsmethode notwendig, mit deren Hilfe der sich im Laufe der Entwicklung der Pflanze zeigende Nährstoffhaushalt kontrolliert werden kann. Da auch die aktive stoffumwandelnde Tätigkeit der Wurzel einen der entscheidenden Faktoren der Dynamik des Nährstoffhaushaltes der Pflanze darstellt, gewährt die von SABININ im Jahre 1928 veröffentlichte Blutungssaftanalyse eine gute Möglichkeit zur Lösung dieses Problems (32).

Obwohl die Erscheinung der Blutung selber seit fast einem Jahrhundert bekannt ist, wurde auf die Möglichkeit ihrer Benutzung als Kennwert für die Mineralstoffernährung der Pflanzen zuerst von SABININ hingewiesen. Die sich vor ihm mit dieser Frage beschäftigenden Forscher erörterten bloss den Mechanismus dieses Prozesses (12). Die Blutung, d. h. die in eine gewisse Richtung erfolgende Flüssigkeitsströmung im Wurzelsystem, wird durch die lokalen Abweichungen in der Intensität und Natur des Stoffwechsels der absorbierenden Zellen aufrechterhalten (33, 34).

SABININ unterstützte diese seine theoretisch gut fundierte Ansicht auch hinreichend durch eine ungefähr 25järige gründliche und umsichtige experimentelle Arbeit. Seine Versuche bewiesen die Richtigkeit der Blutungssaftanalyse als Kennwert der Mineralnährstoff-Aufnahme und warfen auch ein neues Licht auf die aktive stoffumwandelnde Tätigkeit der Wurzel. So geht aus den Versuchsergebnissen von BIKOV (3) und später von POTAPOV (24) hervor, dass nur ein Teil des von der Wurzel aus ihrer äusseren Umgebung aufgenommenen anorganischen Stickstoffes unverändert im Blutungssaft enthalten ist. Ein grosser Teil der aufgenommenen Substanzen wird in den Wurzeln gebunden und in Form von anderen Verbindungen verbraucht. Es folgt logisch hieraus, dass neben einer Anreicherung der Wurzelzellen an Stickstoff auch Desorption der Stickstoffverbindungen gegen die Gefässe zu vor sich geht, was auch durch den organischen Stickstoffgehalt des Blutungssaftes bewiesen wird (34). Obwohl über die Bindung der Stoffe durch das Wurzelsystem sowie über ihre Desorption in den Blutungssaft interessante Angaben von TRUBECKOVA und BOJTENKO zur Verfügung stehen (38, 39), ist es heute noch nicht möglich, diesbezüglich quantitative Gesetzmässigkeiten festzustellen, wenn man den intensiven Einfluss der Umwelt auf die Blutung berücksichtigt (16, 34).

Die Richtigkeit der Analyse des Blutungssaftes als Untersuchungsmethode für die mineralische Ernährung der Pflanzen wurde nach SABININ auch von mehreren westlichen Forschern anerkannt (17). PIERRE und POHLMAN untersuchten die Wirkung verschiedener Bodenaziditätsgrade auf den pH-Wert des Blutungssaftes von Mais, Sudangras und Mohrenhirse sowie die Konzentration verschiedener anorganischer Elemente im Blutungssaft (22). Eine andere Arbeit dieser Verfasser beschäftigt sich mit der Phosphorernährung im Falle verschiedenartiger Phosphordüngung auf unterschiedlichen Bodentypen (23). Erwähnung verdienen auch die Arbeiten von PEVNEV, der gleichfalls die Methode der Blutungssaftanalyse zur Lösung der Frage heranzog, warum sich bei Melonen bei Anwendung von Kunstdünger eine depressive Wirkung auf den Böden der trockenen Zonen zeigt, und der auch die Ursache für die Abnahme des Zuckergehaltes bei Anwendung von kombinierten Kunstdüngern und die der Erhöhung des Zuckergehaltes bei Heranziehung von Superphosphat klarlegte (21).

Bei Zusammenfassung und beim Vergleich dieser Angaben gelangten auch wir zu der Schlussfolgerung, dass man bei der Untersuchung der Phosphorernährung der verschiedenen Kulturpflanzen dann am richtigsten vorgehen wird, wenn man die von SABININ eingeführte Methode der Blutungssaftanalyse anwendet.

Material und Methode

Unsere experimentellen Arbeiten wurden in den Jahren 1953 und 1954 einerseits im Budapester Botanischen Garten der Loránd-Eötvös-Universität und andererseits in ihrer Biologischen Station in Alsógöd, etwa 25 km nördlich von Budapest, ausgeführt, u. zw. an folgenden Kulturpflanzen: Spargelkürbis, Mais «Martonvásár F. B.», Kartoffel «frühe Rosa», Tomate «Favorit», Sonnenblume «Mauthner».

Im ersten Jahr wurden die Pflanzen von frühestem, 15- bis 20tägigem Alter an bis zur Fruchtreife etwa alle 5 Tage bluten gelassen. Der Stengel der Pflanze wurde sorgfältig gereinigt, mit destilliertem Wasser abgespült und genau beim Wurzelhals, knapp über dem Boden abgeschnitten. Die Schnittfläche wurde mit einem Gummiringanschluss mit dem Auffanggefäss verbunden. Die Zeitdauer des Blutens betrug im allgemeinen 14 Stunden, u. zw. von abends 6 Uhr bis morgens 8 Uhr. Bei jeder Gelegenheit wurde die von den einzelnen Pflanzen ausgeschiedene Saftmenge gesondert in ml gemessen und dann diese Angabe bei der Feststellung der Ertragswerte verwendet. Zu Orientierungszwecken wurde auch der pH-Wert des Blutungssaftes bestimmt, ferner sein Gehalt an Trockensubstanz und dann das Verhältnis der organischen Stoffe zu den anorganischen in der Trockensubstanz. Von den Phosphorformen wurde in erster Linie die Konzentration des Saftes an anorganischem bzw. an Gesamtphosphor festgestellt und die Differenz dieser beiden Werte als organischer Phosphor angenommen. Zu dieser Bestimmung wurde im Jahre 1953 die Molybdänblaumethode nach TAYLOR, MILLER und ROTH angewandt, wobei als Reduktionsmittel Zinnchlorid Verwendung fand (28, 37).

Im Jahre 1954 wurde der Mais während der Vegetationsperiode bei drei Gelegenheiten bluten gelassen: zuerst in der intensiven vegetativen Phase (29tägige Pflanzen von durchschnittlich 70 cm Höhe); das zweite Mal im Alter von 48 Tagen, als sich die Pflanzen in der generativen Phase befanden und bei einer Pflanzenhöhe von etwa 180 cm der männliche Blütenstand eben erschienen war; die dritte Blutung erfolgte in einem Alter von 76 Tagen, in der Phase der Fruchtreife. Bei jeder Gelegenheit wurden je 50 Pflanzen bluten gelassen, wodurch einerseits etwaige individuelle Schwankungen ausgeschaltet und andererseits die zu einer genügenden Zahl von Parallelen notwendige grössere Saftmenge gesichert werden sollte. Mit dem Bluten wurde morgens um 9 Uhr begonnen und der erste Teil des Saftes abends um 21 Uhr

eingesammelt, wonach die Gefässe wieder an dieselben Pflanzen befestigt und am nächsten Morgen um 9 Uhr die während der zweiten 12 Stunden aufgefangene Blutungssaftmengen eingebracht wurden.

Bei den Phosphorbestimmungen gelangte in diesem Jahr die auch von den sowjetischen Forschern benutzte Methode von FISKE und SUBBAROV zur Anwendung, wobei als Redukationsmittel Eikonogen diente (10). Die Messungen wurden mit grosser Umsicht durchgeführt: jede Angabe wurde aus dem Mittelwert von zumindenst 10, und wenn es die zur Verfügung stehende Saftmenge gestattete, von 30 parallelen Messungen berechnet. Bei den Messungen wurden auch solche Parallelversuche ausgeführt, dass dem Safte eine bekannte Menge zusätzlicher Phosphor zugegeben wurde, der dann fast in jedem Falle mit einer nahezu 100%igen Genauigkeit nachgewiesen werden konnte.

Bei den papierchromatographischen Untersuchungen wurde versucht, die eventuellen Purin- und Pyrimidinderivate und die verschiedenen Phosphorsäureester nachzuweisen (4, 5, 6, 11, 19, 20, 27, 30).

Die mit dem Beckman-Photometer durchgeführten Messungen erfolgten im Institut für anorganische und analytische Chemie der Loránd-Eötvös-Universität bzw. im Biochemischen Institut der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, wofür auch an dieser Stelle Akademikern E. SCHULEK und E. T. SZÖRÉNYI der beste Dank ausgesprochen sei.

Experimenteller Teil

Veränderungen der Phosporkonzentration

Die erhaltenen Versuchsergebnisse wiesen darauf hin, dass während der anorganische Phosphor im Laufe der Vegetationsperiode im Blutungssaft in einer annähernd gleichbleibenden Konzentration vorhanden ist, die Menge

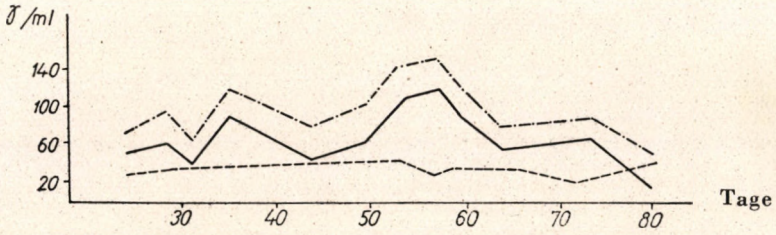


Abb. 1. Die Veränderung der P-Konzentration des Blutungssaftes des Kürbisses im Laufe der Vegetationsperiode. - - - - - anorganischer P, ——— organischer P, —·—·— Gesamt-P

des organischen, und infolgedessen auch des Gesamtphosphors stark schwankt. Dies ist gut aus Abb. 1 und 2 ersichtlich, in denen die verschiedenen Phosphorkonzentrationen des Blutungssaftes von Kürbis und Mais dargestellt sind.

Der dynamische Charakter dieser Änderungen des organischen Phosphorgehaltes bestätigt die Richtigkeit unserer Anschauung über die aktive Wurzeltätigkeit. Da die Ionenaufnahme der Wurzel keinen passiven osmotischen Vorgang darstellt, so ist, wenn man eine Beziehung zur Ausatmung der von den oberirdischen Teilen herabgeströmten Assimilate herstellt, auch mit dem massgeblichen Einfluss der Aussenfaktoren zu rechnen. So wird sich jeder Umstand, der die Assimilationsintensität der Pflanzen beeinflusst, unbedingt in der Menge und Zusammensetzung des Blutungssaftes widerspiegeln. Hieraus folgt daher, dass die Grundlage der Wurzeltätigkeit von dem Kreisprozess

der organischen Stoffe in der Pflanze gebildet wird (39). Aus unseren Versuchsangaben sind auch die mit dem Alter eintretenden Veränderungen zu erkennen, obwohl diese eher in den quantitativen Änderungen des Blutungssaftes als in Unterschieden der Phosphorkonzentration zum Ausdruck kommen

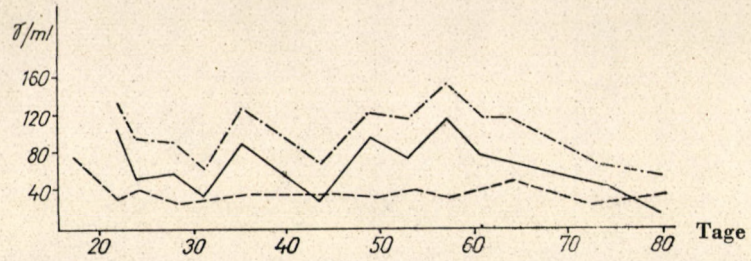


Abb. 2. Die Veränderung der P-Konzentration des Blutungssaftes des Maises im Laufe der Vegetationsperiode. — — — — anorganischer P, ——— organischer P, —·—·— Gesamt-P.

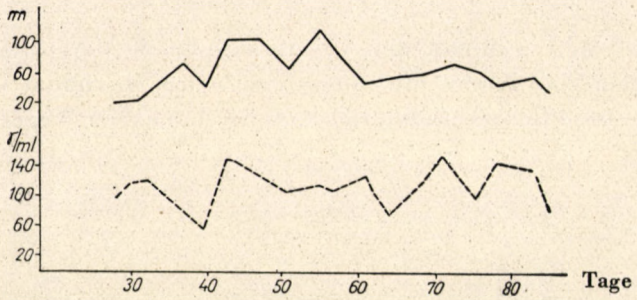


Abb. 3. Die während der Vegetationsperiode am Kürbis beobachteten quantitativen Veränderungen in bezug auf den Blutungssaft und dessen Gesamtphosphorkonzentration. ——— Menge des Blutungssaftes in ml; — — — — Gesamt-P-Konzentration in γ/ml

(Abb. 3). Aus den Abbildungen ist ersichtlich, dass die die Blutungssaftmengen anzeigende Kurve trotz ständiger Schwankungen dennoch einen deutlichen Anstieg bis zur Blüte (55. Tag) aufweist, während die Gesamtphosphorkonzentration des Saftes im Laufe der Vegetationsperiode ein stetiges Auf und Nieder widerspiegelt, ohne ein hervorstechendes Maximum zu haben.

Phosphorertragswerte

Aus den vorstehenden Ausführungen folgt logisch, dass wenn man den Phosphorertrag der Pflanze bewerten will, also jene Phosphormenge, die von der Wurzel während der Vegetationsperiode in die oberirdischen Teile transportiert wird, neben der Phosphorkonzentration des Blutungssaftes auch dessen

Menge zu berücksichtigen ist. So ist denn unter Ertrag das Produkt der Phosphorkonzentration und der Saftmenge zu verstehen, ein Wert, der am besten die «Phosphorernährung» der oberirdischen Teile der Pflanze zum Ausdruck bringt. In Abb. 4 und 5 sind die Veränderungen des Phosphorertrages von

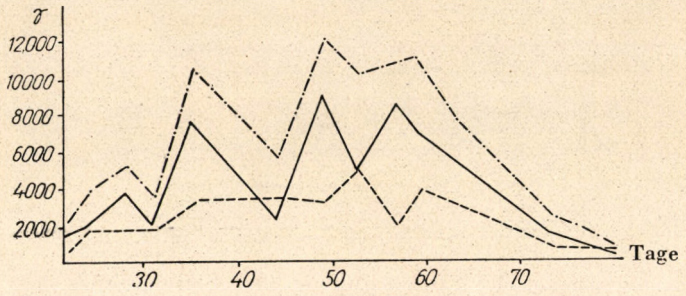


Abb. 4. Die Veränderung des Phosphorertrages des Kürbisses im Laufe der Vegetationsperiode. — — — — anorganischer P, ——— organischer P, —·—·— Gesamt-P.

Kürbis und Mais während der Vegetationsperiode dargestellt, wobei sich in beiden Fällen eine Kurve mit einem deutlichen Maximum ergibt. Der Phosphorertrag der Pflanze erhöht sich also im Laufe der Vegetationsperiode ab-

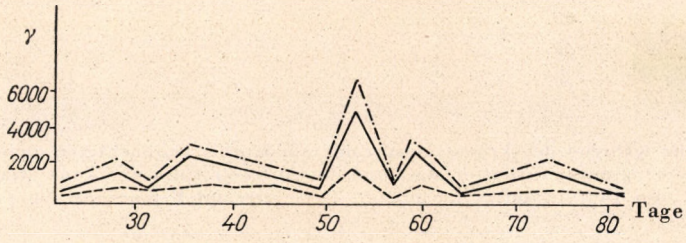


Abb. 5. Die Veränderung des Phosphorertrages des Maises im Laufe der Vegetationsperiode. — — — — anorganischer P, ——— organischer P, —·—·— Gesamt-P.

gesehen von kleineren Schwankungen bis ungefähr zur Blütezeit, um dann wieder abzunehmen.

Die nächste Frage lautet, wie sich die «Phosphorernährung» der verschiedenen Kulturpflanzen unter gleichen Verhältnissen gestaltet, mit anderen Worten, ob es eine Spezifität im Phosphorertrag der einzelnen Kulturpflanzen gibt. Ganz ausführlich, also die ganze Vegetationsperiode erfassend, wurde nur der Saft der 1953 im Botanischen Garten gesetzten Mais- und Kürbispflanzen untersucht, doch standen auch Angaben über die im selben Jahr in der Versuchsstation in Alsógöd gesetzten fünf verschiedenen Kulturpflanzen zur Verfügung. Der Vergleich zwischen dem Phosphorertrag von Kürbis, Mais,

Sonnenblume, Hanf und Tomate zeigte deutliche Unterschiede auf, was auch aus der graphischen Darstellung in Abb. 6 ersichtlich ist. So produziert z. B. am 60. Tage von dem Austreiben der Pflanzen an gerechnet die Tomate den meisten Phosphor. Am 70. Tage (im Zustand der Fruchtreife) können alle fünf Pflanzen miteinander verglichen werden, hier ist der Phosphorertrag bei der Sonnenblume am geringsten. Aus der Abbildung geht noch hervor, dass im Laufe des Versuches die Kürbispflanze auch in

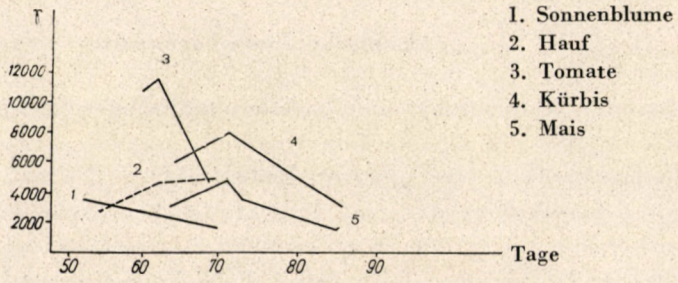


Abb. 6. Die Werte des Phosphorertrages verschiedener Kulturpflanzen

diesem Falle immer einen höheren Phosphorwert aufweist als der Mais. Diese Beobachtung wurde auch durch die im Jahre 1954 ebenfalls in Alsógöd angestellten Versuche bekräftigt. Tabelle I vermittelt ein Bild über die Phosphorkonzentration und den Phosphorertrag des Blutungssaftes von Kürbis, Mais und Kartoffel zur Zeit der Pflanzenblüte, u. zw. nach anorganischem, organischem und Gesamtphosphor gegliedert.

Tabelle I

Die Konzentrations- und Ertragswerte für die Phosphorformen des Blutungssaftes der in der generativen Phase befindlichen Pflanzen

Phosphorformen	50tägiger Kürbis		42tägiger Mais		48tägige Kartoffel	
	Konzentr. γ/ml	Ertrag γ	Konzentr. γ/ml	Ertrag γ	Konzentr. γ/ml	Ertrag γ
Anorganischer	81,7	2510	94,5	1447	43	297
Organischer	20,0	650,5	23,5	383	37	195
Gesamt	101,7	3160,5	118	1830	80	492

Aus den Angaben der Tabelle geht hervor, dass von den drei Pflanzen der Phosphorertrag des Kürbisses am höchsten ist, danach folgt der des Maises und schliesslich der der Kartoffel. Die erhaltenen Werte weisen auch darauf

hin, dass das Verhältnis zwischen anorganischem und organischem Phosphor in diesem Entwicklungsstadium der Pflanzen bei der Kartoffel weit höher als bei den anderen zwei Pflanzen ist. Aus all dem ist ersichtlich, dass die verschiedenen Pflanzen unter identischen Verhältnissen je nach der Aktivität ihres Wurzelsystems in unterschiedlicher Weise mit Phosphor «versorgt» sind und dass auch im Verhältnis des anorganischen zum organischen Phosphor bei jeder einzelnen Pflanze Unterschiede bestehen.

Organische Phosphorformen

Bei der Klarstellung der Phosphorernährungsverhältnisse der Pflanzen kommt zweifellos der näheren Kenntnis der Zusammensetzung der organischen Phosphorverbindung die grösste Bedeutung zu (29,36). Es ist allerdings hier vorauszuschicken, dass in den bezüglichen Arbeiten in der Literatur die Versuchsobjekte Stoffe wie keimender Hafer, Erbsenmehl usw. sind (1). Dies sind also alles feste pflanzliche Teile, bei denen die Anwendung zahlreicher bekannter Phosphorfraktionierungsmethoden möglich ist und bei denen die untersuchten Phosphorverbindungen auch in einer höheren Konzentration anwesend sind als in dem uns zur Verfügung stehenden Blutungssaft, der eigentlich als eine dünne, wässerige Lösung angesehen werden kann. Zieht man noch die rasche Zersetzung der verschiedenen Verbindungen des Blutungssaftes in Betracht, so darf man füglich behaupten, dass die Lösung der gestellten Aufgabe auf sozusagen unüberwindliche Schwierigkeiten stiess. Als einzig gangbarer Weg schien, einerseits den sog. säurelabilen Phosphorgehalt des Blutungssaftes als eine der Formen des organischen Phosphors zu messen und andererseits zu versuchen, mit Hilfe von papierchromatographischen Verfahren die Phosphorverbindungen zu identifizieren. Das gleiche Ziel sollten die beabsichtigten Lichtabsorptionsmessungen des Blutungssaftes im UV-Bereich mit einem Beckman-Spektrophotometer haben.

Die Phosphorbestimmungen wurden nach FISKE und SUBBAROV bei Benutzung von Eikonogen an Stelle des im Vorjahre verwendeten Zinkchlorids als Reduktionsmittel durchgeführt, um durch diese Modifizierung die sich aus den voneinander abweichenden Phosphorbestimmungen eventuell ergebenden Unterschiede auszuschalten. Nach einzelnen sowjetischen Forschern enthält nämlich der Blutungssaft nur anorganischen Phosphor und der etwaige zusätzliche Gesamtphosphor ist nur auf methodische Unterschiede zurückzuführen (mündliche Mitteilung von POTAPOV). Demgegenüber halten wir es für wahrscheinlich, dass der Blutungssaft, der ja letztlich eine biologische Flüssigkeit ist und der im pflanzlichen Organismus den «Blutkreislauf» darstellt, die eine oder die andere der für die verschiedenen physiologischen Prozesse so charakteristischen Phosphorverbindungen enthält.

Der organische Phosphor konnte im Blutungssaft auch mit der Methode von FISKE und SUBBAROV nachgewiesen werden. Im weiteren wurden dann einerseits die im Laufe des Tages auftretenden Veränderungen des von ein und derselben Pflanze erhaltenen Blutungssaftes untersucht, und andererseits neben der anorganischen und Gesamtphosphorkonzentration der eingesammelten Säfte ihr Gehalt an säurelabilem Phosphor als eine der Formen des organischen Phosphors bestimmt (mit n Salzsäure 10 Min. Hydrolyse bei 100° C). Wegen technischer Schwierigkeiten erfolgten diese Messungen nur an Mais.

Tabelle II

Die Phosphorformen des Blutungssaftes des Maises

Zeitpunkt des Blutens	Menge des Blutungssaftes ml	Konzentration γ/ml				Ertrag γ			
		anorganischer	organischer		Gesamt	anorganischer	organischer		Gesamt
			säurelabil	übriger			säurelabil	übriger	
A	In den ersten 12 Stunden der Blutung								
7. VII. vegetative Phase	40,2	107	11	—	118	4301	442	—	4743
26. VII. generative Phase	25,5	71	—	—	71	1811	—	—	1811
23. VIII. Fruchtreife	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B	In den zweiten 12 Stunden der Blutung								
7. VII. vegetative Phase	27,3	83	—	10	93	2266	—	273	2539
26. VII. generative Phase	30,1	44	—	8	52	1324	—	241	1565
23. VIII. Fruchtreife	6,7	202	8	14	224	1353	54	94	1501

In Tabelle II sind die Angaben der Konzentration und des Ertrags der Phosphorformen des Blutungssaftes von Mais zusammengefasst, u. zw. für den in den ersten 12 Stunden (A) bzw. in den zweiten 12 Stunden (B) nach dem Abschneiden der Pflanze gesammelten Saft. Aus der Tabelle geht hervor, dass in der vegetativen Phase des Maises der Gesamtphosphorgehalt des Blutungssaftes der ersten 12 Stunden aus insgesamt 91% anorganischem Phosphor

besteht, während die verbleibenden 9% organischer Phosphor zur Gänze in säurelabiler Form anwesend sind. In den darauffolgenden 12 Stunden gibt der Gesamtphosphorgehalt des Blutungssaftes einen um etwa 20% (19,7) niedrigeren Wert, d. h. 93,3 γ/ml, der zu 88,5% aus anorganischem und zu 11,5% aus organischem, allerdings nur durch Zerstörung des Blutungssaftes durch Schwefelsäure nachweisbarem Phosphor besteht.

Der Blutungssaft der in der generativen Phase befindlichen Pflanze enthielt in den ersten 12 Stunden ausschliesslich anorganischen Phosphor, während in den zweiten 12 Stunden etwa 15% (14,4) der Gesamtphosphorkonzentration in — durch Zerstörung nachweisbarer — organischer Form gegenwärtig waren.

In der Phase der Fruchtreife bluteten die Pflanzen erst in den zweiten 12 Stunden. Hier ist die Phosphorkonzentration trotz der verhältnismässig kleinen Blutungssaftmenge recht gross. Der Gesamtphosphor beträgt 224 γ/ml, wovon 90% anorganisch sind, während sich die 10% organischer Phosphor im Verhältnis von ungefähr 4 : 6 auf säurelabilen und auf durch Zerstörung nachweisbaren organischen Phosphor verteilen.

Während die Werte der Phosphorkonzentration des Blutungssaftes im Laufe der Entwicklung bei allen Phosphorformen eine starke Schwankung aufweisen, lässt sich aus der Tabelle über die Veränderungen des Phosphorertrages des Maises mit zunehmendem Alter der Pflanze eine deutliche Abnahme feststellen.

Die papierchromatographischen Untersuchungen der Phosphorformen des Blutungssaftes zeitigten beim Mais nur wenige brauchbare Ergebnisse. Der Grund hierfür dürfte teils in der sehr niedrigen Konzentration der Phosphorverbindungen und teils im raschen Zerfall der Substanzen liegen. Es wurde oft beobachtet, dass nach der Entwicklung des Chromatogrammes ausser dem gut erkennbaren Phosphatfleck am Startpunkt ein blasserer blauer Fleck zurückblieb. Die zu einer erfolgreicheren Untersuchung unumgänglich notwendige grössere Konzentration, die Lyophilisierung des Saftes, konnte wegen technischer Schwierigkeiten nicht verwirklicht werden.

Gleichfalls ohne konkretes Ergebnis schlossen die Untersuchungen mit dem Beckman-Photometer. Der Ablauf der Kurven, die auf Grund der Angaben des in allen drei Entwicklungsstadien der Pflanze gesammelten Blutungssaftes konstruiert worden, schliesst zwar nicht die Anwesenheit der gesuchten Verbindungen aus, liefert aber auch keine Beweise dafür. Die bei 270—280 μμ beobachteten Maxima weisen laut Literaturangaben auf die Gegenwart von Tyrosin oder Tryptophan in grosser Konzentration hin, dies wird aber nicht, oder zumindest nicht in derartiger Menge, durch die bei den Aminosäurenuntersuchungen gewonnenen Angaben erhärtet. Beachtenswert ist noch der bei 330 μμ auftretende Inflexionspunkt, der den Schluss auf die etwaige Anwesenheit von Vitamin B_6 zulässt.

Besprechung der Ergebnisse

Die Abnahme der Phosphorertragswerte, die beim Mais mit zunehmendem Alter beobachtet wurde, zeigt eine gute Übereinstimmung mit der natürlichen Abnahme der aktiven Wurzeltätigkeit. Diese unsere Abnahme wird durch die von KOLOSOV mit P^{32}-Isotop ausgeführten Versuche gut unterstützt, in denen er die Rolle der Wurzel im Zusammenhang mit der Ernährung der Pflanze untersuchte. Er erbrachte nämlich den Beweis, dass beim Getreide die sprossbürtigen Wurzeln deshalb die Nährstoffversorgung der Pflanze zu verbessern vermögen, weil sie ein intensives Wachstum besitzen und eine aktivere Lebenstätigkeit ausüben (13).

Abschliessend lässt sich sagen, dass an die qualitative Untersuchung der organischen Phosphorformen des Blutungssaftes von Mais weit grössere Erwartungen geknüpft wurden, als dann durch die erhaltenen Resultate erfüllt werden konnten.

LITERATUR

1. ALBAUM, H. G.: 1952. The Metabolism of Phosphorylated Compounds in Plants. Ann Rev. Plant Physiol., **3,** S. 35–58.
2. *Борисова, Н. И.:* 1954. Поступление фосфора в растения из гранулированных фосфатов при их совместном внесении. Изв. Акад. Наук, Сер. Биол., (1), 95 109.
3. *Быков, И. М.:* 1929. О минеральных соединениях азота в пасоке. Изв. Биолог. Научно-исследоват. Ин-та при Пермском Университете, **6**, 277.
4. BLOCK, R. J.: 1952. Paper Chromatography. New York.
5. CARTER, C. E.: 1950. J. Am. Chem. Soc., **72,** S. 1466.
6. CRAMER, F.: 1953. Papierkromatographie. Weinheim.
7. DE ROPP, R.: 1946/a. The Influence of Roots on the Growth of Leaves and Stems in Rye. Ann. Bot., **10,** S. 31.
8. DE ROPP, R.: 1946/b. Growth and Structure of the First Leaf of Rye when Cultivated in Isolation or Attached to the Intact Plant. Ann. Bot., **10,** S. 353.
9. FEKETE, Z.: 1952. Talajtan. (Bodenkunde. Nur ungar.) Budapest.
10. FISKE, C. H.–SUBBAROV, Y.: 1925. The Colorimetric Estimation of Phosphorus. Jour. Biol. Chem. **66,** S. 375–400.
11. HANES, C. S.–ISHERWOOD, F. A.: 1949. Nature, **164,** S. 1107.
12. HEYL, J. G.: 1933. Der Einfluss von Aussenfaktoren auf das Bluten der Pflanzen. Planta **20,** S. 294–353.
13. *Колосов, И. И.:* 1954. Применение изотопа p^{32} к изучению роли отдельных корней и частей корневой системы в питании растений. Изв. Акад. Наук, Сер. Биол., (1), 95 109.
14. *Кудрин, С. А.:* 1952. Круговорот фосфора в почве и превращение в ней фосфатов удобрений. Агробиология, (5), 91 105.
15. *Курсанов, А. Л.:* 1953. Значение изотопов и других методов исследования в биологии для решения вопросов сельского хозяйства. Вестник Акад. Наук СССР, **12,** 26–38.
16. LAINE, T.: 1934. On the Absorption of Electrolytes by Cut Roots of Plants and the Chemistry of Plant Exudation Sap. Acta Botanica Fennica, **16,** S. 1–64.
17. LOWRY, W. M.–TABOR, P.: 1931. Sap for Analysis by Bleeding Corn Plants. Science, **73,** S. 453.
18. LUNDEGARDH, H.: 1943. Bleeding and Sap Movement. Arkiv for Botanik, **31,** A No 2.
19. MARKHAM, R.–SMITH, J. D.: 1949. Biochemic J., **45,** S. 294.
20. PARTRIGE, S. M.: 1949. Nature. **164,** S. 443.
21. *Певнев, Д. С.:* 1934. Исследование хода поступления минеральных веществ в растения в полевом опыте по изучению сока плача. Мимизация Соц. Землед., (8).

22. Pierre, W. H.—Pohlmann, G. G.: 1933. Preliminary Studies of the Exuded Plant Sap and the Relation between the Composition of the Sap and the Soil Solution. Jour. of the Am. Soc. of Agr., **25,** S. 144—160.
23. Pohlmann, G. G.—Pierre, W. H.: 1933. The Phosphorus Concentration of the Exuded Sap of Corn as a Measure of the Available Phosphorus in the Soil. Jour. of the Am. Soc. of Agr., **25**, S. 160—171.
24. *Потапов, Н. Г.—Соловьева, О.—Иванченко, И.:* 1936. К вопросу диагностирования минерального питания пшеницы. Тр. Ком. по Ирриг. Акад. Наук СССР, (8), 149.
25. Potapov, N. G.: 1952. A gyökér szerepe a növények életében. (Die Rolle der Wurzel im Leben der Pflanzen. Nur. Ungar.) Vortrag im Ungar. Biologenverein.
26. Potapov, N. G.: 1953. Növényélettan. (Pflanzenphysiologie. Nur ungar.) Kollegheft.
27. Rose, J. A.—Schweigert, G. S.: 1951. J. Am. Chem. Soc., **73,** S. 5903.
28. Roth, H.: 1944. Über Neuerungen in der mikroanalytischen Praxis. Mikrochemie. **31,** S. 292.
29. *Шапот, В. С.:* 1954. Взаимосвязи процессов окисления, сопряженного фосфорилирования и биосинтезов в клетке. Успехи Совр. Биол., **37,** (3), 255—278.
30. Smith, J. D.—Markham, R.: 1950. Biochemic. J., **46,** S. 509.
31. Speidel, B.: 1939. Untersuchungen zur Physiologie des Blutens bei höheren Pflanzen. Planta, **30,** S. 67—112.
32. *Сабинин, Д. А.:* 1928. Принципы и методика изучения минерального состава пасоки. Бюлл. отд. Земл. Гос. ин-та опытн. агрономии, (15).
33. *Сабинин, Д. А.:* 1940. Минеральное питание растений. Москва.
34. *Сабинин, Д. А.:* 1949. О значении корневой системы в жизнедеятельности растений. Акад. Наук СССР, Тимирязевские чтения, 9.
35. *Сердобольский, И. П.—Синягина, М. Г.:* 1954. Об обменном поглощении фосфатов почвой. Изв. Акад. Наук СССР, Сер. Биол., (3), 113—119.
36. *Сорокин, У. И.:* 1954. Роль фосфорных соединений в биоэнергетике бактериального обмена. Микробиология, **23,** 79—99.
37. Taylor, A. E.—Miller, C. W.: 1914. Jour. Biol. Chem. **18,** S. 215.
38. *Трубецкова, О. М.:* 1927. Влияние концентрации наружного раствора на поступление минеральных веществ в растение. Бюлл. Биологич. Научно-исследов. Ин-та при Пермском Университете, **5,** 259.
39. *Трубецкова, О. М.—Шидловская, И. Л.:* 1951. Изучение суточной периодичности деятельности корневой системы. Акад. Наук СССР, Труды Ин-та Физиол. Раст., **7,** (2).

ФОСФОРНЫЕ ФОРМЫ В ПАСОКЕ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Н. Г. ПОТАПОВ и И. МОЛЬНАР-КЕРЕСТЕШ

Резюме

Авторы исследовали своеобразности фосфорного питания различных культурных растений одной из методик, занимающихся исследованием минерального питания растений, — методикой анализа пасоки, описанной Сабининым. Они проводили свои исследования над грунтовыми растениями (обыкновенная тыква, кукуруза F. B. из Мартонвашар, ранний летний сорт картофеля, сорт томата Фаворит, подсолнечник Маутнера). В ходе опытов в первом году авторы проследовали весь вегетационный период (сбор пасоки каждый 5-ый день), причем они определили изменения содержания неорганического или же общего фосфора в пасохе. Во втором году авторы обращали внимание главным образом на подробное исследование органического фосфора. Результаты опытов показывают с одной стороны изменения в отдельных растениях по возрасту, а с другой, отклонения в фосфорном балансе различных растений. Содержание органического фосфора в пасоке кукурузы разделяется на кислотолабильный фосфор и на выявляемые сжиганием прочие фракции органического фосфора.

REARING WHEATS FROM OVARIES CULTURED IN VITRO

By

G. RÉDEI and Mrr. G. RÉDEI

Institute of Genetics of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

(Received 2. IV. 1955)

Introduction

The literature available to us seems to know of no method suitable for rearing proembryos of cereals under experimental conditions.

UTTAMAN's (3) attempts with proembryos of maize resulted first in apparent growth, yet ultimately his cultures died. ZIEBUR and BRINK (4) failed in developing in vitro barley embryos 0,3 mm or less in diameter.

Ovaries of various species of plants (tomato, gherkin, bean, tobacco, and strawberry) have been cultivated in vitro by NITSCH (2, 3). He found that gherkin ovaries excised on the fourth day after pollination yielded seeds of which 6 per cent germinated. Seeds were also found to develop in ovaries excised on the third day but they proved to be incapable of germinating, while no seeds issued at all from ovaries excised earlier. Being more interested in the study of the physiological problems connected with growth and matur ing, NITSCH refrained from dealing more particularly with embryo rearing

Experimental

For our ovary cultures the mineral nutrient was used which had been specially evolved by us (1) for embryo rearing but was supplemented with 3 per cent of sugar and 0·8 per cent of agar. This nutrient was then further supplemented with yeast extract or a combination with the vitamins aneurin, niacin, and pyridoxine.

Following the natural pollination of the plants *(Triticum aestivum or T. spelta)*, their spikes were cut off and, after the removal of the aristae, from the awned varieties, treated in a glass cylinder with a 10-per cent calcium hypochlorite solution for 10 minutes, and thouroughly washed four or five times with sterile water. The tips and bottom parts were then removed from the spikes and discarded. Only the middle third parts of the spikes were used for culture; the time of anthesis has been precedently recorded. Besides, spikelets with quite tiny rachillae, flowers and ovaries, respectively, were used for cultures. Development was the safer, the more of the rachillae

Fig. 1. Four-day embryo in the ovary. Appr. 175 x. (Photo: CZIBULYA)

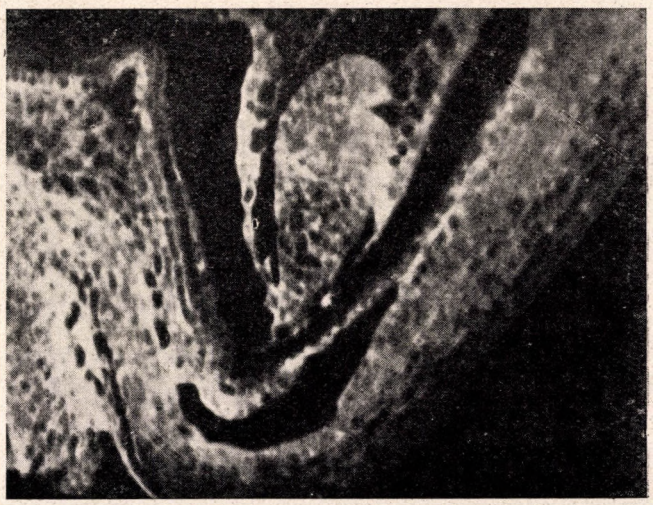


Fig. 2. Six-day embryo in the ovary. Appr. 175 x. (Photo: CZIBULYA)

and paleae remained attached to the ovaries. If ovaries deprived of all their maternal tissue were planted, the embryos seldom continued to grow on the nutrient medium. In ovaries enclosed by two paleae the embryo displayed continued differentiation, even though the caryopsis grew but little in

size. The endosperm, on the other hand, discontinued its normal development, grew but feebly, and produced a vitreous jellied substance.

Having cultured the ovaries for from 8 to 12 days, the embryos were excised and transferred on a fresh medium of the same composition, but sup-

Fig. 3. Wheat plants reared in ovary and embryo cultures at the time of heading (Photo : CZIBULYA)

plemented with 0,5 per cent of casein hydrolysate. They continued to develop, and a few days later germination began. Ovaries in culture for more than a fortnight were found to yield a lesser number of germinating embryos. The germinated embryos were then potted. They throve well, developing into quite normal plants.

In a single case, embryos capable of germinating were obtained from in vitro cultivated ovaries excised on the second day after pollination. From those excised on the fourth and sixth day, respectively, they could be obtained quite regularly. Addition of 5 per cent of juice of maize in the milky stage was found to exert a favourable effect upon differentiation.

The greatest difficulty that presented itself in cultivating excised ovaries was to secure aseptic cultures.

Plants derived from in vitro cultures from July, headed by the end of September and became ripe in the green house. Under unfavourable conditions in the green house the pollen was inferior and hardly a few kernels were obtained. It merits mentioning that the spikes displayed irregular growth : the individual rachillae, particularly the lowest, showed unusual elongation. In one of the extreme cases the lowest rachilla exceeded 19 cm in length. Almost invariably the the spikes were lax and became similar to ears of sterile hybrids. The paleae stretched excessively ; in some instances they grew thrice as long as the glumes whereas under natural conditions they are but twice as long.

In conclusion, this appears to be the first instance in which viable plants have been obtained from in vitro cultures of wheat proembryos by rearing embryos excised from ovary cultures.

REFERENCES

1. Győrffy, B., Rédei, G. and Mrs. Rédei : 1955. Substance de croissance du maïs laiteux. Acta Botanica Acad. Sci. Hungaricae. **2.** 1—2. 57—76.
2. Nitsch, J. P. : 1949. Culture of fruits in vitro. Science, **110.** 499.
3. Nitsch, J. P. : 1949. Growth and development in vitro of excised ovaries. Amer. J. Bot. **38.** 566—77.
4. Uttaman, P. : 1949. Culturing of proembryos of normal diploid corn (maize) aged 3 to 7 days. Current Sci. **18·** 215—6, Ref. Ber. Wiss. Biol. **68.** 196.
5. Ziebur, N. K. and Brink, R. A. : 1951. The stimulative effect of Hordeum endosperms on the growth of immature plant embryos in vitro. Amer J. Bot. **38.** 253—56.

РАЗВЕДЕНИЕ IN VITRO ХЛЕБНЫХ МАТОЧНИКОВ

Г. РЕДЕИ и Г.РЕДЕИ

Резюме

Путём выращивания зароышей, высеченных из плодниковых культур, нам уда лось первый раз получить из лабораторных культур зерновых предзаронышей жизне способные растения.

FESTUCA STUDIEN

Von

R. Soó

Ordentl. Mitglied der Ungarischen Akademie der Wissenschaften
System-Geobotanisches Institut der L. Eötvös Universität, Budapest

(Eingegangen am 20. V. 1955)

In den systematischen Bearbeitungen der *Festuca ovina* Gruppe (s. ampl.) gibt es zwei gegeneinander stehende Auffassungen. Die eine betrachtet die ganze Gruppe als eine Sammelart (species collectiva) und bezeichnet die darunter stehenden Taxa als Unterarten, Varietäten und Formen, die andere behandelt dieselben meist als Kleinarten, aber mit binären Namen. Der erste moderne Monograph der Gattung, HACKEL (1882) umfasst unter dem Namen *F. ovina* eine Reihe der Unterarten, davon kommen für Mittel-, Ost- und Südosteuropa nur die ssp. *euovina*, *laevis*, *sulcata* und *alpina* in Betracht. Ihm folgten die neueren französischen Monographen ST. YVES (1927) und LITARDIÈRE, ferner die Bearbeitungen in den grossen Florenwerken von ASCHERSON—GRÄBNER 1900, HEGI 1908 und 1936, FIORI 1923 usw., neulich auch die *Festuca*-Forscherin I. MARKGRAF-DANNENBERG (1950). Dagegen behandeln die guten *Festuca* Kenner VETTER und KRAJINA (1930), früher selbst MARKGRAF-DANNENBERG (1937), wie auch ACHTAROFF (1952) die *ovina*-Sippen als selbständige Arten, ebenso die modernen Florenwerke — um einige Beispiele zu nennen — Frankreichs (ROUY 1913, FOURNIER 1946), Italiens (CIFFERI—GIACOMINI 1950), Skandinaviens (HYLANDER 1953), Polens (SZAFER—PAWLOWSKI—KULCZYNSKI 1953), Österreichs (BECK, FRITSCH, JANCHEN), der Tschechoslowakei (DOMIN 1935, DOSTÁL 1949—51), Ungarns (JÁVORKA 1924—25, SOÓ—JÁVORKA 1951), Rumäniens (PRODAN 1939, NYÁRÁDY—SOÓ 1941—44, BORZA 1947), der Balkanhalbinsel (HAYEK—MARKGRAF 1932—33, RECHINGER 1943) und der USSR (FEDTSCHENKO 1928, GROSSHEIM 1928, 1949, HEIDEMANN 1954, KRETSCHETOWISCH—BOBROW 1934, MAJEWSKI 1954, STANKOW—TALIEW 1949 etc.) A. KOZLOWSKA wählte den Mittelweg, sie zählt unter *F. ovina* 12 nebengeordnete Unterarten auf (1925). Da in der Natur wohl zwischen allen Kleinarten der *ovina*-Gruppe Übergänge *(transitus)* vorkommen und sogar die scharfe Trennung der «*ovina-duriuscula*» Gruppe (s. str) d. h. die Taxa mit ununterbrochenem Sklerenchymring und der «*sulcata*» oder «*valesiaca*» Gruppe mit einzelnen Sklerenchymbündeln kaum möglich ist — vgl. die Taxa *F. stricta*, *trachyphylla*, *callieri* — halte ich prinzipiell die Auffassung von HACKEL bzw. KOZLOWSKA für richtig.

Die Unterordnung der sehr zahlreichen Formen unter *F. ovina s. ampl.* macht aber die Übersicht der sehr schweren, kritischen Formenkreise ganz unübersichtlich, besonders wenn wir nicht nur die Pflanzen eines kleineren Landes, sondern grosser Florengebiete, Erdteile oder eben der ganzen Welt betrachten wollen. Deshalb gebrauche ich auch hier die binären Artnamen, doch sind diese Kleinarten aber den Unterarten der Taxonomie gleichwertig.

Das Merkmal des geschlossenen Sklerenchymringes ist sehr schwankend. Der Ring entwickelt sich selbst bei der «*ovina-duriuscula*» Gruppe (Arten 1—7) nach HACKEL erst in späterem Alter, in der Jugend ist er stets unterbrochen. Deshalb meint HACKEL, dass Taxa mit unterbrochenem Sklerenchym die ursprünglicheren, älteren sind. So können die Taxa mit unterbrochenem Sklerechymring — vielleicht als neotenische Formen — aus den Typen der «*ovina-duriuscula*» Gruppe entstehen, wohl in günstigeren, weniger xerothermen Standorten (Kulturversuche von HACKEL). Meistens wird aber behauptet, dass diese Übergangstypen (Arten 8—9) — mit aufgelöstem Sklerenchymring — eben umgekehrt, aus den Typen der *sulcata-valesiaca* Gruppe entstehen können, durch die Vermehrung und Zusammenschmelzung der Bastbündel, vgl. DANNENBERG 1937. 93, KOZLOWSKA 1925. 369 ff. und Fig. 6! (Entstehung der *F. trachyphylla)* KRAŠAN (Öst. Bot. Zeitschr. 1888. 192—199) behauptet sogar, dass in seinen Kulturversuchen aus den auf Dolomitfels eingepflanzten bzw. ausgesäten *F. sulcata* Pflanzen bzw. Samen *F. glauca*-ähnliche Pflanzen entstanden, ein Reciprok-Versuch ist aber nicht gelungen. Dagegen beschreibt aber KOZLOWSKA den Übergang von *F. glauca (pallens)* zu *F. vallesiaca (= F. duvalii)* und betont in allgemeinen, dass sich die *F. ovina* Formen unter dem Einfluss der Lebensbedingungen der Pflanzengesellschaften entwickeln und verändern. («La forme de l'espèce *Festuca ovina* se développe parallèlement à la formation de l'association, qui lui est propre», etc. p. 377.)

Unsere erst im Jahr 1954 begonnenen Kulturversuche mit *F. glauca pallens*, *F. sulcata* und *F. pseudovina* sollen die Anpassung und Entstehung der F. Sippen erklären und beweisen. (Vgl. SOÓ Acta Bot. Acad. Hung. I. 1954. 187.)

Es wurde schon festgestellt, dass der Sklerenchymring der typischen *glauca*-Blätter einzelner, im schattigen Waldteile ausgepflanzter Exemplare schon nach 4 Monaten in (7—8) Bastbündel aufgelöst wurde (Querschnitt wie bei *F. stricta* oder *trachyphylla)*, dagegen dass die Zahl der Bastbündel der *sulcata*-Blätter von 3 auf 5 erhöht war oder dass einzelne Bastbündel am Blattrande sich verlängerten, so merkwürdig in den feuchteren, schattigeren Versuchsplätzen (im Inneren des Glashauses, des Waldes usw., Mitteilung von OLGA BORSOS).

Übersicht der Kleinarten der Festuca ovina-Gruppe in Mittel-, Ost- und Südosteuropa

I. *F. ovina* L. s. l.
1. *F. ovina* L. *s. str.* (*F. vulgaris* [Koch] Hay., *F. ovina ssp. ovina* Hook. f., *var. vulgaris* Koch)
2. *F. supina* Schur (*F. ovina ssp. supina* Hack. ex Hegi, *var. sudetica* Kitt.)
3. *F. capillata* Lam. (*F. ovina ssp. capillata* Arc., *var. tenuifolia* Duby)
4. *F. glauca* Lam s. S. 193.
5. *F. vaginata* W. et K. s. S. 189.
5a *F. psammophila* Hack.
6. *F. polesica* Zapal. s. S. 197.
7. *F. beckeri* Hack. s. S. 198.
8. *F. stricta* Host s. S. 198.
8a *F. trachyphylla* (Hack.) Krajina s. S. 200.
8b *F. duvalii* (St.-Y.) Mgf. -Dbg.
8c ? *F. makutrensis* Zapal.
9. *F. callieri* (Hack.) Mgf. s. S. 201.
9b ? *F. koritnicensis* Hay. et Vetter.
II. *F. valesiaca* Schleich. s. l.
10. *F. hirsuta* Host 1802 em. Soó (*F. sulcata* Hack. Nym. 1890, *F. rupicola* Heuff. 1858).
10b *F. wagneri* Degen, Thaisz, Flatt (*F. sulcata ssp.* — Jáv. vix *F. ovina ssp. sulcata var. Wagneri* St.-Y.)
11. *F. pseudovina* Hack. ap. Wiesb. (*F. ovina.* — *ssp.* Kozl., *ssp. sulcata var. pseudovina* Hack, *F. vallesiaca ssp.* — A. et G. ex Hegi).
12. *F. vallesiaca* Schleich. (*F. ovina* ssp. — A. et G. p. p., Kozl., var. — Koch)
12b *F. pseudodalmatica* Krajina (*F. vallesiaca ssp.* — Soó)
13. *F. dalmatica* (Hack.) Richt. (*F. ovina ssp. sulcata var. dalmatica* Hack) incl. *ssp. taurica* (Kern.) (*F. ovina var. taurica* Hack.)
14. *F. pančičiana* (Hack.) Richt. (*F. ovina var. Pančičiana* Hack.)
III. *F. halleri* All. s. l.
15. *F. jeanpertii* (St.-Y.) Mgf. (*F. ovina ssp. laevis var. Jeanpertii* St.-Y.)
16. *F. marginata* (Hack.) Richt. (*F. ovina ssp. laevis var. marginata* Hack.)
17. *F. stenantha* (Hack.) Richt. (*F. ovina ssp. laevis var. stenantha* Hack.)
18. *F. laevis* (Hack.) Richt. (*F. ovina ssp. laevis var. genuina* Hack.) incl. ? *F. pseudosupina* Vetter
19. *F. halleri* All. s. str. (*F. ovina ssp. laevis var. Halleri* Hack., F. *Halleri ssp. eu-Halleri* Hay., *F. ovina ssp. Halleri* A. et G.) incl. *ssp. dura* (Host), *ssp. decipiens* (Clairv.), *ssp. riloensis* Hay.
IV. *F. glacialis* Miégev. s. l. (*F. ovina ssp. glacialis* A. et G., F. *ovina ssp. frigida* Hack., *F. frigida* Nym.)
20. *F. glacialis* Miégev. s. str. (*F. ovina ssp. frigida var. glacialis* Hack.) [1]
21. *F. rupicaprina* (Hack) Kern. (*F. ovina ssp. frigida var. rupicaprina* Hack.)
V. *F. alpina* Suter s. l.
22. *F. alpina* Suter (*F. ovina ssp. alpina* Hack.)
23. *F. intercedens* (Hack.) Lüdi (*F. ovina ssp. alpina var. intercedens* Hack.)
VI. *F. amethystina* L. (*F. ovina ssp. amethystina* A. et G.)
24. *F. amethystina* L. incl. *ssp. orientalis* Krajina 1930 (*ssp. inarmata* (Schur) Kraj. 1933).
25. *F. tatrae* (Czakó) Degen (*F. amethystina var. Tatrae* Czakó) = *F. amethystina ssp. tatrae* Soó.

Festuca vaginata W. et K. ap. Wild. Enum. Horti Berol. 116. (1809). (Syn.: *F. ovina* L. *var. vaginata* HACKEL Mon. Fest. 97. (1882) *ssp. vaginata* Hackel ap. HEGI I. 333. (1908), KOZLOWSKA 335. (1925) — *F. amethystina* Host Gram. Austr. II. 89 (1802) -non L. — *F. ovina* L. *var. amethystina* Koch Syn. Fl. Germ. ed. 1. 812 (1837) — *F. pallens* Host *var. vaginata* Borb. Balaton 318 (1900) — *F. arenaria* Kit. (ap. Steudel Nomencl. 2. I. 628),

[1] In Transsilvania! (Ronniger Magy. Bot. Lap. 1919. 14, KRAJINA Veröff. Geob. Inst. Rübel 10 (1933).

F. distans, *F. obtusa* Kit. nom. nuda ap. HACKEL Természetr. Füz. II. 285. (1878) et ap. Jáv. Annal. Mus. Nat. Hung. XXVI. 134, 136, 142. (1929).

Diagnosis[1]: Planta glauca, plus-minus pruinosa. Lamina foliorum setacea vel juncea, diametro (0,35 —) 0,45 — 0,80 (—0,95) × (0,55 —) 0,65—1,05 (1,20—1,35) mm, 7—15- plerumque 9-nervia, intus 3—5-costata, stratis sclerenchymaticis 2—5 validis continuis aequalibus vel parum inaequalibus. Panicula —20 cm longa, laxa, serius nonnunquam contracta, glabra vel minute scaberula. Spiculae (3)—4—7 (—8) -florae, (4)—5—8,5 (—10) mm longae. Gluma sterilis inferior 2—3 mm longa, acuta, superior 2,5—3,5 mm longa, minus acuta vel obtusiuscula. Gluma fertilis (2,5)—3—4,5 (—5) mm longa, obtusiuscula, mucronata vel aristulata (non obtusissima, nec mutica), — arista nulla vel 0,1—1,5 mm longa —, glabra, minute puberula vel apicem versus ciliolata. Numerus chromosomarum (2 x) : 14.

var. vaginata (typus, *F. ovina var. amethystina subvar. vaginata* LITARD. 1945. 107. — *F. vaginata var. subjuncea Krajina* 1930. 200 — *F. amethystina* Host *var. mutica* HACKEL l. c. 285. 1878. — *F. glauca ssp. Buiae* PRODAN 1939. 1235 ist typische *F. vaginata* mit grannenlosen Deckspelzen.)

Lamina foliorum 0,55—1,05 mm lata, 7—11-nervia, intus 3-costata, spicula 3—7-flora, 4—8 mm longa, gluma fertilis 3—4,5 mm glabra, minute puberula vel margine ciliata (f. *ciliolata* DEGEN Magy. Bot. Lap 1923. 63) vel hirta (f. *plusiostachya* BORBÁS 1900. 318 = f. *major* Borb. Ö. B. Z. 1879. 61) Planta vivipara est f. *vivipara* Borb. Homokp. 33. 1886 (f. *prolifera* Borb. 1900. 318)

var. vel f. *incrassata* KRAJINA l. c. (1930, *F. Dominii var. Margittaii* KRAJINA l. c. sec. descr. — *F. vaginata var. Margittaii* SOÓ 1951. 921, Acta Biol. Hung. III. 244. 1952)

Lamina foliorum 0,9—1,35 mm lata, 11—15(17)-nervia, intus 3—5-costata, spicula 4—8-flora, 6—10 mm longa, gluma fertilis 4—5 mm, mutica vel aristata, arista 0,2—0,5 mm longa (*f. valida* Krajina l. c. 1930)

var. dominii Soó comb. n. (*var. amethystina* Kraj. l. c. 198 in synon., *F. Dominii* Krajina *var. genuina subvar. typica* Kraj. l. c. [1930] — *F. ovina var. amethystina subvar. Dominii* LITARD. l. c. [1945] — *F. vaginata ssp. Dominii* SOÓ l. c. [1951—52] — *F. pallens* Host *ssp. arenicola* PRODAN 1935. 21, 23.)

Uti var. vaginata, sed gluma aristata, arista 0,2—0,8 (—1,0) mm longa rarissime longe aristata, arista 0,8—1,5 mm longa (*f. mamaiae* SOÓ comb. n. — *F. pallens ssp. mamaiae* PRODAN l. c.) saepius tantum mucronulata, mucrone —0,2 mm (*f. mucronata* Soó comb. n. — *F. ovina f. mucronata* HACKEL 1882. 97. — *F. Dominii subvar. mucronata* KRAJ. l. c. 200 — *F. amethystina* Host *var. subaristata* SCHUR En. pl. Transs. 1866. 789. — *F. pallens var. subaristata* BORB. 1900. 318)

[1] Auf Grund der anatomischen Struktur von 92 Exemplaren und der Messungen von 720 Ährchen und Blüten.

Area:

Austria inferior, ditio Vindobonensis. (BECK 1890). Moravia: Dolina Pomoravi; ditio Hodonin. (KRAJINA l. c., PODPERA 1928. 148., DOSTÁL 1950. 1952.)

Slovakia: Moravské pole (Marchfeld, Morvamező) -cf. DEGEN, GÁYER, SCHEFFER Magy. Bot. Lap. 1923. 62—63 partim sub *F. glauca* -Komarno, Parkan.

Hungaria: Matricum (Magyar Középhegység = Mittelgebirge, vom Bakonygebirge bis zum Medvesgebirge und Erlau, an den Rändern), Arrabonicum (Kisalföld = Kleine Tiefebene, in den Kom. Esztergom, Komárom, Győr), Praematricum (Duna—Tisza köze = Donau—Theiss-Zwischenstromland und Mezőföld), Crisicum (Theissgebiet, nur adventiv), Szabolcsense (Nyírség), Samicum (Észak-Alföld = Nordtiefland), Transdanubicum (Transdanubien, in den Kom. Zala und Somogy).

Jugoslavia: Croatia, Podravski Piesci (Drauebene); Banat: Deliblater Steppe; Serbia (an der Donau: Kladovo, Gradiste, Usja); Bosnia, Travnik (Sendtner ex BECK Flora Bosne ... I. 1903. 36) bestimmt nicht.

Romania: Crišana (Ostrand des ungar. Tieflandes); Banat: Herkulesbad; Oltenia: Verciorova, Olanesti; Moldova; Dobrogea: Letea, Mamaia; cf. GRECESCU 1898. 626, PRODAN 1935. 21—24, 1939, p. 94, 1234 (*«F. glauca ssp. Buiae»*), SAVULESCU—RAYSS Flora Besarab. I. 36, etc.

Bulgaria, distr. Varna, Gebedze (Beloslav) (!ACHTAROV 1953 p. 10 sub *F. duriuscula!*)

Polonia. Die Angaben beziehen sich wohl auf *F. psammophila* HACKEL. (Silesia: Oppeln = Opole ex Zapalowicz 1906. 62, Tarnów cf. PODPERA l. c., KOZLOWSKA 1925. 335)

USSR Galicia: Szkole pr. Lwow (TOMASCHEK ZBG 1866. 313); Podolia (BESSER Enum. pl. Podol. 1822. 5 sub *F. glauca* sec. KRETSCHETOWITSCH et BOBROW 516), Stanislawow, Tarnopol, Kamenez-Podolsk; Volhynia: z. B. Rowno. Cf. STANKOW-TALIEW 1025. Diese Angaben beziehen sich ebenfalls wohl auf *F. psammophila*, während die aus der Nordukraine (Kiew, Tschernigow cf. SCHMALHAUSEN 1886. 690) event, zur *F. polesica* gehören.

Hybrida: F. vaginata × *sulcata: F. firma* et *interjecta* Vetter

F. vaginata × *pseudovina: F. hackelii* Beck (non St. Yves)

F. vaginata × *rubra: F. teyberi* et *neilreichiana* Vetter

F. vaginata × *sulcata* × *rubra: F. trigenea* Vetter

cf. VETTER Verh. Zool. Bot. Ges. 1915. (146—169), 1916. (123—134), 1917. (171—187), Austria inferior, Slovakia (Moravske pole).

F. vaginata wächst vor allem auf kalkreichen, warmen, trockenen, lockeren Sandböden, als dominante und kennzeichnende Art der Assoziation *Festucetum vaginatae*, aber auch auf kalkarmen Sandsteppen mit *Corynephorus* (*Festuceto vaginatae-Corynephoretum*), seltener in den einjährigen Pioniersandgesellschaften (*Brometum tectorum*), auch in Sandsteppenwiesen (*Festucetum*

sulcatae nebst Konsoziationen *Festucetum strictae* und *Chrysopogonetum grylli)* und Sandtrockenweiden *(Potentillo arenariae-Festucetum pseudovinae).*

Früher hat man (so auch SOÓ: 1951. 923) die *(ssp) dominii* für die azidophile, die typische *F. vaginata* für die basophile vikariante Pflanze gehalten. Nach unseren neuesten biometrischen Untersuchungen gibt es keine bestimmte Grenze zwischen den beiden Sippen, eine ununterbrochene Reihe führt von der typischen *vaginata* einerseits zu grossblütigen und breitblättrigen *(var. incrassata)*, anderseits zu langbegrannten Formen *(var. dominii*, bes. zu der extremen *f. mamaiae).* Da die *(F.) dominii* auch kein eigenes Areal besitzt, sondern oft gemischt mit dem Typus und der Übergangsform *(f. mucronata)* vorkommt, kann man ihr höchstens den Rang einer Varietät zugeben.

Die Blätter sind meist 9 (—10) nervig, etwa 60% der geprüften Pflanzen, dagegen war 15% 7(—8) nervig, ebenso 15,5% 11—12-nervig, nur ganz wenig (4 Exempl.) 13—14-nervig. Über die Struktur der Blattepidermis (auch der *F. glauca ssp. pallens)* vgl. HORÁNSZKY 1954. 61—88, bes. Taf. VI—IX.

Exsiccata.

(* = *f. mucronata* ! = *var. dominii)* Oft wird die Länge der Granne angegeben.

Austria inf., Vindobonae: Türkenschanze (DOLLINER*, FREYN, JURATZKA, ROTH) Weinhaus (BRAUN F. E. A. H. 279 SCHOTT cum*,! 0,0—0,4 mm, Müllner *var. incrassata)*, St. Pölten (HACKEL)

Moravia. Hodonin (Göding): Rohatec (LAUS, OTRUBA, WEBER! 0,1—0,5 mm), Bzenec: Liderovice-Rohatec (OTRUBA F. Boh. Slov. E. 536 !—1 mm)

Slovakia. Marchfeld: Plavecký Štvrtok-Detrekőcsütörtök (DEGEN*,! 0,1—0,2, selten —0,5 mm), Šaštin-Sasvár (SCHEFFER ! 0,1—0,8 mm), Bursky Svätý Peter-Burszentpéter (SCHEFFER* 0,0—0,2 mm *f. ciliolata)*, Lozorno (GÁYER), Dévénytó (SCHEFFER), Kuchyna (Konyha)—Plavecký Štvrtok (DOMIN F. ČS. E. 120, orig. *F. Dominii*! 0,8 mm), Kuty—Čary (SILLINGER F. ČS. E. 121! 0,7 mm).

Hungaria, Matricum. Bakony-Geb., Kom. Veszprém: Fenyőfő (JÁVORKA), Bakonyszentlászló (LENGYEL) — Vértes-Geb., Kom. Fejér: Mór (BOROS! 0,2—0,5 mm), Pákozd (BOROS), Kom. Komárom: Kőhányáspuszta, Bokod «Öregtó» Oroszlány «Csáki váralja» (BOROS), Kom. Esztergom: Dorog (GRUNDL) — Pilisgebirge, Kom. Esztergom: Pilismarót (ANDREÁNSZKY, HORÁNSZKY*,! 0,0—0,5 mm), Kom. Pest: Pilisszentiván (BOROS, DEGEN, JÁVORKA—FILARSZKY F. Hung. E. 290, Soó*,! et *f. ciliolata*, 0,0—0,5 mm) Békásmegyer (SIMONKAI), Buda (SADLER): «Hármashatárhegy» (MARGITTAI, ob von dort?); Gödöllő (MAGYAR, SOÓ) Medves-Geb., Kom. Nógrád: Bárna «Nádasvölgy» (BOROS! 0,2—0,4 mm).

Arrabonicum, Kleine Tiefebene. Kom. Győr: Győr (POLGÁR et*), Bőny (POLGÁR*) Gönyü—Ivánháza (BOROS ! 0,5 mm), Ferencháza (BORHIDI*), Győrszentiván (BORHIDI *f. valida* 0,3), Kom. Esztergom: Kenyérmező (BOROS, FEICHTINGER ! 0,3—0,5 mm).

Praematricum, Donaugebiet. Mezőföld, Kom. Fejér: Tárnok (SZABÓ), Kom. Tolna: Paks, Máriatelep (BOROS), Kom. Somogy: Siófok (BOROS, SOÓ et*) — Donau—Theiss-Zwischenstromland, Kom. Pest: Szentendre-Insel, Horány (ANDREÁNSZKY, BOROS, É. KOVÁCS, SOÓ partim *var. incrassata)*, Göd—Sződ (BERNÁTSKY—KÜMMERLE), Veresegyháza (SOÓ), Csömör (STAUB), Pest (BORBÁS, FREYN, STAUB): Káposztásmegyer (BOROS, KÜMMERLE—JÁVORKA, THAISZ partim *var. incrassata* et *f. valida)*, Rákos (BORBÁS, CZAKÓ, DEGEN, KOVÁTS, LYKA, SIMONKAI et*,! 0,0—0,5 mm), Rákospalota (DEGEN*), Rákosszentmihály (BORBÁS Herb. Norm. 5574 et*), Városliget (CZAKÓ), Pestszentlőrinc (PÓCS), Soroksár (DEGEN*), Csepel-Insel (BOROS, DEGEN Gram. Hung. 34 et *var. incrassata*, JÁVORKA, SOÓ, SZEPESFALVY, TAUSCHER, THAISZ et *), Szigetszentmiklós (BOROS, TAUSCHER*), Dunaharaszti (KÁRPÁTI*), Ócsa, Farmos (SOÓ), Alsódabas (BOROS—HUSZ), Örkény (TIMKÓ), Vasad «Ballamajor», Alberti

— «Pilisi-erdő» (BOROS et*), Pótharaszt-puszta (ANDREÁNSZKY, JÁVORKA), Gyón, Illancspuszta (JÁVORKA) — Kom. Bács-Kiskun : Kecskemét (BOROS, DEGEN, RICHTER), Szabadszállás (DEGEN), Bugac (THAISZ) «Nagyerdő» (JÁVORKA), Kelebia-Palics (PRODAN*), Szabadka-Subotica (PRODAN) — Kom. Csongrád : Horgos, Szeged, Királyhalom, Csongrád (LÁNYI), Átokháza (LÁNYI, THAISZ).

Crisicum, Theissgebiet. Szolnok. (PÓCS).

Szabolcsense, Nyírség. Kom. Hajdú-Bihar : Debrecen «Haláp» (JÁVORKA, SOÓ*), «Pac-erdő» (SOÓ*), Hosszúpályi (SOÓ*), Debrecen—Hajdusámson (FELFÖLDY*), Kom. Szabolcs-Szatmár : Oros «Nyirjes» (UBRIZSY *f. valida* 0,5 mm), Kállósemlyén «Mohostó» (BOROS, SOÓ! 0,5 mm), Nyírbakta «Csigarhegy» (BOROS! 0,3,06 mm), Nyírbogdán (SIMONKAI) Penészlek (BOROS) «Peceshegy»!, «Csereerdő» (SOÓ *f. valida* 0,2—0,5 mm). Bátorliget (SOÓ *f. plusiostachya)*, Vállaj «Bódvai-e.» (BOROS et! 0,0—0,5 mm), Tornyospálca «Forgáchtanya» (BOROS 0,4—0,6 mm) Bodrogköz, Kom. Zemplén : Örös, Szomotor (MARGITTAI orig. *F. Dominii var. Margittaii* typus, — *f. mucronata* et *var. dominii* 0,0—0,5 mm). Auch Exemplare mit unterbrochenem Sklerenchymring!

Transdanubicum. Kom. Somogy : Mike (GAUCKLER), Somogyszob (JÁVORKA! 0,4 mm), «Rinyaerdő—Bustyaerdő» (BOROS*—!), Kutas (BOROS! 0,2—1 mm), Kom. Zala : Sormás (KÁROLYI, PÓCS et*), Murakeresztúr (JÁVORKA—ZÓLYOMI)

Jugoslavia *cf. Praematricum*

Deliblaticum: Deliblat (BERNÁTSKY, DEGEN, JÁVORKA, THAISZ, WAGNER et* —! et *f. valida* 0,0—0,6 mm), Grebenac (DEGEN, HEUFFEL, MÜLLER, SIMONKAI, WIERZBICKI et*, ! 0,0—0,6 mm), Karlsdorf (BORBÁS, JERMY *var. incrassata)*, Fejértelep (BERNÁTSKY!), Duplai (SIMONKAI)

Serbia. Ramsko (ADAMOVIC)

Romania, Banatus Oravicabánya : Oravița (WIERZBICKI), Herkulesfürdő—Baile Herculane (HEUFFEL, SIMONKAI).

Bulgaria, Distr. Stalin (Varna), Gebedze-Beloslav «Dikili-Tas» (SOÓ folia 0,60—0,75 mm diam., 7—9-nervia, spicula 3—7-flora, 4—8 mm longa, gluma fertilis 3—4—5 mm, arista 0,2—1 mm longa, *,!)

F. duriuscula L. est nomen ambiguum et rejiciendum. Cf. DEGEN 1936. 545, HYLANDER 1945. 82. Unter diesem Namen fasst man meistens (so auch Krajina 1930) den Formenkreis der *F. glauca* Lam. emend. zusammen oder bezeichnet, wie HACKEL, die grünen Formen derselben *(F. intermedia* R. et Sch. Syst. II. 1817. 715). *F. duriuscula* der norddeutschen und skandinavischen Autoren ist *F. trachyphylla* (Hack) Kraj. s. dort. Einteilung :

Festuca glauca Lam. Enc. II. 459 (1789)

Syn.: *F. duriuscula var. glauca* Gr. et Godr. — *F. ovina var. glauca* KOCH — *F. ovina ssp. glauca* Celak. 1867, Hack. — *ssp. duriuscula* (pp) ap. HEGI I. (1908), KOZLOWSKA (1925)

Num. chrom. (2x) : 14 (LITARDIÈRE Bull. Soc. Bot. Fr. 1923), 28 (BRANDBERG Ark. f. Bot. 33. B. No. 3. 1949), 42 (FELFÖLDY ap. SOÓ 1951 *ssp. pallens)*

ssp. glauca Schwz. Mitt. Thür Bot. Ges. I. 87. (1949)

Panicula brevis (—6 cm), stricta, dense conferta, glumae fertiles saepius 4,5—5 mm, glabrae vel puberulae *(f. cinerea* [Vill.] Richt.) Planta pruinosa vel viridis *(var. duriuscula* Koch—vix L) Folia diametro 0,8—0,9 mm

var. gracilior (Hack.) SOÓ *(F. ovina subvar. gracilior* Hack 1882) Folia 0,6—0,7 mm diametro

var. crassifolia Gaud. Folia 1—1,4 mm diametro, plants pruinosa vel viridis *(f. hackelii* Kraj.)

Weitere, unbedeutende Formen s. in HACKEL, A. et G. und St.-Yves.

Über *F. cinerea* Vill. s. LITARDIÈRE 1946. 105—6

ssp. pallens Schwz. l. c.

Syn: *F. pallens* Host Gram. Austr. II. 88 (1802) — *F. ovina subvar. pallens* Hack Mon. Fest. 95 (1882) — *F. glauca var. major* Hagenb. Fl. Basil. 87 (1821) — *F. glauca var. pallens* Richt. cf. A. et G. Syn. II. 472

Panicula longior (—10 cm), diffusa, serius contracta, glumae fertiles (3)—3,5—5 (—6) mm, glabrae vel puberulae. Planta nostra habet folia 7—9-nervia[1] 0,75—0,95 mm diametro, glumas acuminatas, aristatas, arista (0,2)—0,5—2,5 mm longa, spiculas 4—8-floras, 4,5—9 (—10) mm longas. Auf Grund der Analyse von 580 Ährchen bzw. 730 Blüten.

var. longifolia (Kraj.) Soó (*F. duriuscula var. longifolia* Kraj. 1930. 194. *F. longifolia* Thuill. Fl. Paris. 50 [1799] nec Viv. Ann. Bot. 1804. 145)

Planta elata (30—60 cm), pruinosa, rarius viridis (*f. virens* (Kraj.) Soó, *F. duriuscula subvar. virens* Kraj. 1. c.). folia glabra resp. levia, rarius scabra (*f. scabrifolia* Hack, ap. Rohlena 1899 Sitzb. Böhm. Ges. Wiss. Math. Natw. Cl. 3.), rarissime culmus scaber, folia glabra (*f. pubiculmis* [Hack.] Soó, *F. duriuscula var. pubiculmis* Hackel ap. Rohlena 1. c. 4)

var. pallens (Kraj. 1. c.) (*subvar. typica* Kraj. 1. c.) Planta humilior (15—30 cm), pruinosa, rarius viridis *f. stenoglauca* (Borb.) Soó (*F. pallens var. stenoglauca* Borb. 1900. 318 — *F. Csikhegyensis* Simk. MBL. V. 377. 1906), folia glabra resp. levia, rachis levis vel scaber (*f. scabens* Beck 1890. 102) Glumae glabrae, minutissime puberulae vel ciliolatae (*f. puberula* [Hack.] Soó, *F. ovina subvar. puberula* Hack 1882. 95, *F. pallens var. subpuberula* Borb. l. c.) Specimina minoriflora sunt: *subvar. slovenica* Kraj. cum formis: *rachsturnensis* et *fatrensis* Kraj. l. c. Specimina minora, panicula 2—3 cm longa: *f. depauperata* Hackel. c.

Die Grösse der Deckspelzen ändert sich an denselben Exemplaren zwischen 3 und 5 mm (z. B. Tihany leg. FELFÖLDY, Bükk-Gebirge: Örvénykő leg. ZÓLYOMI), meist aber zwischen 4 und 5 mm.

var. pannonica **(Wulf) Soó** (*F. pannonica* Wulf ap. Host Gram. Austr. IV. T. 62. [1809], — *F. ovina var. pannonica* Koch Syn. ed. l. 813. [1837], *F. duriuscula var. pannonica* Kraj. l. c. 194 — *F. pallens var. pannonica* Borb. 1900. 318, Jáv. 1924. 99.)

Planta elata (30—60 cm), pruinosa, folia levia vel puberula, 11—13-nervia, 0,9—1,3 mm diametro, panicula laxa vel ± contracta, rachis et rami scaberrimi, glumae 4,5—5 mm longae, glabrae, minute puberulae vel ciliatae (*f. bor-*

[1] Etwa die Hälfte der untersuchten Exemplare (55) besitzt 7 bzw. 9. Nerven. Die kurzbegrannten Exemplare (arista 0,2—0,5 mm) nähern sich der *F. vaginata var. dominii*, sind aber davon durch die spitzeren oder mehr zugespitzten oberen Hüllspelzen zu unterscheiden, wenn auch *F. vaginata* nur stumpfliche Hüllspelzen besitzt (vgl. die Abb.). Bei Pilisszentiván unweit Budapest, wo *F. glauca* und *vaginata* sich treffen, kommen auch fast grannenlose Formen vor, die wohl hybridogenen Ursprungs sind.

hidiana Soó f. n.), arista 0,8—2 mm longa, spicula 5—9-flora, 6—10 mm longa. Ergänzte Diagnose auf Grund 10 Exemplare aus Ungarn. (Anderswo zweifelhaft, angegeben aus Piemont). Übergangsformen mit 7—9-nervigen, schmäleren (0,8—1 mm) Blättern.

var. rigurosa (Schur) Soó (*F. rigurosa* Schur! Enum. plant. Transs. 1866. 790) Praecedenti similis, sed inflorescentia glabra, folia glabra, (7—) 9—11-nervia, 0,9—1,3 mm diametro, glumae 4—5 mm longae, glabrae, arista 0,3—1,2 mm longa. Die Schurische Diagnose lässt nicht auf die bezeichnenden Eigenschaften der Sippe deuten, Beschreibung nach von SCHUR, FUSS und CSATÓ als *F. rigurosa* bestimmten Exemplaren. Endemisch in Siebenbürgen.

Weitere Synonyma und Zitate des Formenkreises von *F. glauca* s. in HACKEL 1882, A. et G. Syn. 469—474, KRAJINA 193—196, ST.-YVES 1924 33—4. Die *ssp. glauca* ist die Pflanze von West- und Südwesteuropa, *ssp. pallens* kommt aber (wohl ausschliesslich) in den Ostalpen, in der Tschechoslowakei, in Polen, Ungarn, Rumänien, sowie auf der ganzen Balkanhalbinsel, sowie in Kleinasien vor. Die ganze Art *F. glauca* fehlt in Norddeutschland, in den fennoskandinawischen Ländern sowie in der ganzen USSR (ausser der Karpatho-Ukraine, Galizien und den Kaukasusländern), in Grossbritannien vielleicht adventiv.

Exsiccata. (* : et *f. puberula*)

Matricum. Balatonoberland. Gyenesdiás (Soó*), Vonyarc, Badacsonytomaj, Csobánc (JÁVORKA), Tihany (FELFÖLDY), Vörösberény (BORBÁS, JÁVORKA) — Bakony-Geb. Veszprém, Herend «Miklóspálhegy», Hajmáskér «Aszóvölgy» (JÁVORKA), Várpalota «Várvölgy» (BOROS) «Burokvölgy» (Soó) — Vértes-Geb. Vérteskozma «Fánivölgy» (BOROS, JÁVORKA, Soó* arista 0,3—1,5 mm l.), Bodajk (ANDREÁNSZKY), Gánt «Kápolnapuszta» «Nagysomlyóhegy», Csákberény «Kőlikhegy» (BOROS), Csév «Iszkahegy» (FILARSZKY—KÜMMERLE), Fehérvárcsurgó «Galyavölgy» (JÁVORKA) — Pilis-Geb. Budaer Berge (HEUFFEL, PERLAKY): «Sashegy» (BORBÁS, BOHATSCH, SIMONKAI, Soó), «Farkasvölgy» (Soó), «Ördögorom» (ANDREÁNSZKY FEKETE), «Ördögárok» (BERNÁTSKY). «Jánoshegy» (JÁVORKA, SIMONKAI), «Zugliget» (STAUB), «Guggerhegy» (BORBÁS), Budaörs (DEGEN Gram. Hung. 171), Tétényi-plató (JÁVORKA), Érd—Diósd (BERNÁTSKY mit sehr dickem Sklerenchymring), «Csiki-hegyek» (BORBÁS, BOROS DEGEN, JÁVORKA, PERLAKY, SIMONKAI, Soó, z. T. *, z. T. mehr kurzbegrannt 0,2—0,5), Törökbálint «Huszonnégyökröshegy» (BOROS), Budakeszi—Perbál «Feketehegyek» (JÁVORKA*) Solymár «Solymári-fal» (PÓCS *, z. T. ad *var. pannonicum* verg.), «Nagykevély» (PÓCS, Soó*, arista 2,5—3 mm), Pilisszentiván—P.vörösvár—Nagykovácsi «Kisszénás, Nagyszénás, Egyeskő» (DEGEN Gr. Hung. 172 *, DEGEN—FLATT Gram. Hung. 33, BOROS, FILARSZKY—KÜMMERLE, JÁVORKA *, HORÁNSZKY, Soó *, SIMONKAI Gemischte Population, vielleicht hybridogen, Granne fehlt oder 0,1—1 mm lang), Margitliget (SIMONKAI), Csobánka «Oszolj», Pomáz «Kőhegy» (JÁVORKA *), Berg Pilis (leg.?), Bajót (HORÁNSZKY * arista 1—2 mm, zusammen mit *F. stricta)*, Dömös «Vadállókövek» (HORÁNSZKY *) — Karancs-Geb. Somoskőújfalu «Várhegy» (HULJÁK), Medves-Geb. «Bagolyvár» (HULJÁK) — Bükk-Geb. Szarvaskő (Soó), Bélapátfalva «Bélkő» (BUDAI, HORÁNSZKY, SIMON, Soó), «Tarkő» (BUDAI, DOMOKOS, JÁVORKA), Alsóhámor, Ómassa (BUDAI), Lillafüred «Szinvavölgy» (JÁVORKA, Soó), Dédes «Kisvár» (SIMON—JAKUCS, Soó), «Örvénykő» (ZÓLYOMI), — Tornaer Karst. Komjáti «Alsóhegy» (JAKUCS), Bódvarákó «Ostromos» (SIMON—JAKUCS, Soó) Zadiel: Szádelői-völgy (BOROS, JÁVORKA, MARGITTAI, SIROKI, THAISZ), Áji-völgy (THAISZ), an der slowakischen Seite.

Transdanubicum. Kőszeg: Güns (PIERS) — Die ungarischen Exemplare haben meist eine Granne von 0,8—2 mm, die nordkarpatischen sind mehr kurzbegrannt (0,5—1 mm seltener 1—2 mm), ebenso aus dem Bükkgebirge und dem Tornaer Karst.

Slovakia. Kleine Karpathen. Devin: Dévény (DOMIN—KRAJINA Fl. C. Sl. E. 118), Plavecké Podhradie «Detrekővára» (FILARSZKY—JÁVORKA), «Vysoka, Rachsturn» (HAYEK,

SCHEFFER), Kom. Trentschin: Trenčin (BRANCSIK), Strečno (JÁVORKA, PAX), Timoradza: Timorháza (SCHEFFER), Považská Tepla: Vághéve «Manin-Schlucht» (SIMONKAI), Kom. Neutra: Nitra «Zobor» (SCHEFFER), Hrádok n. Váhom: Temetvény (SCHEFFER), Kom. Árva: Podzámok: Árvaváralja (JÁVORKA), Kom. Turóc, Grosse Fatra: Tlsta, Blatnica (TEXTORIS), Ostri Vrh (JÁVORKA), Kom. Liptau: Ružomberok: Rózsahegy (LÁNYI), Fenyőháza: Lubochňa (PAX), Kom. Zips: Lucivna «Faba» (BOROS), Dedinky: Imrikfalva «Gerava» (LENGYEL), Stracena (FILARSZKY—KÜMMERLE, LENGYEL Gram. Hung. 428, THAISZ) — Spišska Nová Ves: Igló «Sohol-tal», Hernad-tal, Hotkóc: Szepesújvár «Drevenyik» (SIMONKAI), Maloveska: Szepeskisfalu (WOLOSZCZAK Fl. Exs. Polon. 1017), Hrabušice: Káposztafalva (FILARSZKY—MOESZ), Sivabrada: Zsibra (GRESCHIK), Spišske Podhradie: Szepesváralja (SZEPESFALVY), Pieniny: «Dreikronenberg: Trzy Korony» (REHMANN, SIMONKAI, SOÓ) Kom. Gömör: Muran: Murány (FILARSZKY—KÜMMERLE, THAISZ), Dobsina «Éleskő» (CZAKÓ partim ad *var. pannonicam* verg.), Sireg: Sőreg (HULJÁK).

Transsilvania. Bihar-Geb. Rév-Schlucht (BOROS, MÁTHÉ, SIMONKAI, SOÓ), Aranyosfő. Scarisoara (THAISZ), Posaga: Padság „Scarita" (BORZA, SIMONKAI) Ungar. Autonom. Geb: Gyergyóer Alpen: Gyilkostó «Kiscohárd, Békás-Schlucht» (BOROS, JÁVORKA, SOÓ), Tusnádfürdő «Vártető» (JÁVORKA—KELLER*) Homoródalmás «Vargyas-Schlucht» (BOROS) — Südkarpathen: Königstein: Királykő pr. Vladusca (SIMONKAI mit unterbrochenem Sklerenchymring) meist kurzbegrannt.

Polonia. Minkov pr. Kraków (Roszl. Polskie no. 399 arista 3,5—4,5 mm)

USSR. Carpato-Ucraina, Chust: Huszt (GYÖRGY arista 0,3 mm).

Die Exemplare aus Niederösterreich (z. B. FEAH. 1076 I.), Steiermark (z. B. FEAH. 1076 II), Slowenien bzw. Krain (Berg Nanos), Mähren (z. B. F. E. Boh. Slov. 185), Mitteldeutschland (z. B. Kyffhäuser, Harz-Geb.: Alter Stolberg leg. SOÓ) haben meist 1—2 (— 2,5) mm lange Grannen. Die *f. puberula* kommt auch vor (so Mähren, Nikolsburg: Mogelno).

var. pannonica. Hungaria, Matricum. Budaer Berge: «Zugliget» (CZAKÓ Gram. Hung. 35, BORBÁS, JÁVORKA*) — «Széchenyi-Berg» (BERNÁTSKY—KŰMMERLE) «Sashegy (?), Zugliget» (BORBÁS Herb. Norm. 4398), Nagykovácsi «Nagyszénás» (JÁVORKA ad typum verg.*) — Vértes-Geb. Csókakő (JÁVORKA—MOESZ ad typum verg.) * = *f. borhidiana.*

var. rigurosa. Transsilvania, Siebenb. Erzgebirge. Trescau: Torockó «Székelykő, Tilalmas» (CSATÓ, SIMONKAI, WINKLER), Poiana Aiudului: Nyírmező (CSATÓ), «Csáklyai-kő, Kecskekő» (CSATÓ, SIMONKAI) — Südkarpathen, Talmatsch: Talmács (Fuss) -Ungar. Autonom. Geb. Alsórákos «Töpe» (SIMONKAI)

F. vaginata ist wohl eine pannonisch (subpontische) Art, als pannonischer Subendemismus zu bezeichnen. Sie wurde oft verkannt und einerseits mit dem montanen Formenkreis der sog. «*F. durisuscula*» = *F. glauca* oder anderseits mit anderen psammophilen bzw. Tiefland-Sippen verwechselt, wie auch die *F. glauca* Lam. selbst. Die Abgrenzung gegen diese Kleinarten, bes. gegen *F. psammophila* ist schwer, auch eine Vergleichung mit reichem Material von *F. beckeri* HACKEL ist nötig, da die langbegrannten grossblütigen Formen (*«F. Dominii»*) der ***F. psammophila*** Hackel[1] sehr nahe stehen. Nach KRAJINA (l. c. 201) letztere ist «planta pruinosissima, panicula 2,5—12 cm longa, spicula magnae, 3—8-florae, 5,6—9,3 mm longae, gluma sterilis superior 3,3—4 mm

[1] *F. psammophila* HACKEL ap. ČELAK. Prodr. Fl. Böhm. IV. 721. 1881. emend. KRAJINA l. c. 196 (FRITSCH 1897. 64). Syn.: *F. ovina var glauca subvar. psammophila* Hack. Mon. Fest. 96. 1882, *F. glauca ssp. psammophila* ČELAK. l. c. Schw. l. c. 1949.

longa, acuminata, gluma fertilis 3,6—4,5 mm longa, aristata, arista (0,3—) 0,5—1,2 mm longa, laminae foliorum 9—11-nerviae, 0,6—1,05 mm diametro», diese Angaben stimmen aber fast vollständig mit der erweiterten, auf Grund von fast 100 Exemplaren gefassten Diagnose der *F. vaginata* überein. Ebenso die von DANNENBERG-MARKGRAF (1937. 95—96.) mitgeteilten Dimensionen und Blattquerschnitte. Die Areale berühren sich fast in Mähren, sonst wächst die *F. psammophila* HACKEL in Mährisch-Schlesien, Central-Böhmen, Schlesien, in der Mark Brandenburg bis Magdeburg ferner in NW- (Soldin : Mysliborz) und S-Polen (Olkusz, Sandomierz, Janow, Jedrzejów ; Rosl. Polskie no 400), aber auch in Galizien (USSR) : Lwów, Rawa Ruskaja, Kremenez usw. Wird auch aus Holland angegeben. Vgl. KOZLOWSKA 1925. 335. und bes. DANNENBERG-MARKGRAF l. c. 90—120 Karte p. 98. Die Assoziation von *Festuca psammophila-Koeleria glauca* wurde von KLIKA (1931) und LIBBERT (1932) aus Böhmen bzw. der Mark Brandenburg eingehend beschrieben.

Die in Nord- und Nordosteuropa, aber auch in Nordwesten verbreitete sandbewohnende verwandte Art ist ***F. polesica*** Zapal,[1] die von den Seeküsten Englands (?) Belgiens und Hollands (*F. glauca* auct.) über die Ostseeküste bis in Fennoskandinavien (Dänemark, Schweden, Finnland) und Nordostrussland bzw. zum mittleren Wolgagebiet verbreitet ist. So kommt sie in Norddeutschland, Pommern, Poznan, Gdansk, im ehem. Ost- und Westpreussen, Litauen, Lettland, Estland, Karelien, in der Kola-Halbinsel, ferner in den Distrikten von Kaliningrad (Kurische Nehrung),[2] Leningrad, Kalinin, Moskwa, Iwanowo, Kostroma, Gorki, Mohilew, Smolensk, Tula, Rjasan, Tambow, Penza, Uljanowsk, Kuibyschew, Kursk, Woronesch, Saratow, Molotow, der Tataren-Republik, ferner in Polesien : Pinsk-Kowel vor, doch bezieht sich ein Teil der Angaben eventuell auf *F. psammophila* (im SW) oder *F. beckeri* (im SO) Cf. KOZLOWSKA l. c. 336, HYLANDER 1953. 256, KRETSCHETOWITSCH et BOBROW 1934. 508, STANKOW—TALIEW 1026, MAJEWSKI 1954. 787. Arealkarte : HULTEN Atlas över växternas utbredning i Norden 1950, nr 240.

[1] *F. polesica* Zapal. Bull. Acad. Polon. 1905. 303 (*F. ovina var. glaucescens* Link Hort. Berol. II. [1833.] 266 — *F. ovina var. sabuloss* Anderss. Pl. Scand. II. Gram. 23 [1852] — *F. sabulosa* Lindb. *f.* Schedae ad. Pl. Finl. exs. 23 [1906] — *F. ovina var. glauca subvar. caesia* Hackel Mon. 95. [1882] an etiam *F. caesia* Sm. Engl. Bot. tab. 1917 [1808]? — *F. ovina ssp. Beckeri var. caesia* St.-Y. ap. Litard. Bull. Soc. Bot. Belg. LV. 104. 1923, *subvar eucaesia* St.-Y. 1928. 339. [excl. loc. nat.], *subvar polesica* Litard. 1946. 107. — *F. duriuscula* auct. Fl. Ross. — *F. glauca* auct. scandiv. et Fl. Ross. p. maj. p.)

Num chrom. (2x) : 14 (LÖVE Bot. Notiser 1944). Die Angaben von BRANDBERG Ark. f. Bot. 33. B. No. 3. beziehen sich auf *F. vaginata*, da ihr Exemplar aus Debrecen stammt. *F. beckeri* hat 2x : 28, s. dort.

[2] Die von mir im ehemaligen Ostpreussen (nördlich von Königsberg : Cranz, auf der Kurischen Nehrung bei Rositten und bei Patersort), zwischen Danzig und Zoppot und in Lettland (bei Ogre unweit von Riga) gesammelten Exemplare haben 7-nervige, 0,7—0,85 mm dicke Blätter, 3,5-blütige 4—7 mm lange Aehrchen, 3—5 mm lange Deckspelzen mit 1—1,5 (—2) mm langen Grannen. Der Sklerenchymring ist ununterbrochen, gleich stark, seltener etwas zerrissen.

Die dritte Art aus der Verwandtschaft der *F. vaginata* ist ***F. beckeri*** HACKEL[1], eine pontisch-aralokaspische Art, die zuerst von den Steppen bei Sarepta (=Krasnoarmeisk) entdeckt, später aber von Jenotajewsk und Astrachan und aus Kasachstan: Bukejewsche Steppe (Roshevitz in FEDTSCHENKO 1928. 204) ferner aus den Rayonen von Tschkalow, Stalingrad, Rostow, Stalino, Saporoschje und Nikolajew, sowie aus der Moldau-Republik bekannt wurde (vgl. STANKOW-TALIEW l. c., HEIDEMANN 1954. 418) Hierzu gehören wohl alle die Angaben, die als *ssp. Beckeri var. eu-Beckeri*, *var. caesia* und *subvar. Rogevitzii* aus dem Aralo-Kaspischen Gebiet bzw. Kasachstan von SAINT-YVES 1929. 338—340 veröffentlicht sind. Auch in Nordkaukasien (Anapa), geht gegen Osten bis Westsibirien (Südl. Irtysch-Gebiet), nach der Flora SSSR. l. c. Aus der Dobrogea und der Donaudelta wurden von PRODAN *F. vaginata*, *F. psammophila.* und als neue Sippen *F. pallens ssp. arenicola* und *mamaiae* angegeben, die aber Formen von *F. vaginata* (vielleicht aber auch von *F. beckeri*, bes. die *mamaiae*, mit langen [1,5 mm] Grannen) darstellen. Doch erwähnt PRODAN bei seinen neuen Rassen 11 Blattnerven, während *F. beckeri* (nach dem Bild von St.-Y.) nur 7 besitzt.

Der Sklerenchymring ist bei der *F. vaginata* nie unterbrochen, meist gleichmässig stark (etwa 60% der untersuchten Exemplare), aber oft etwas ungleichmässig verlaufend, wie bei *F. stricta* Host.

Festuca stricta Host Gram. Austr. II. tab. 86. (1802) (Syn.: *F. ovina ssp. sulcata var. stricta* Hack. Fest. 107. 1882 — *subvar. stricta* Mgf.-Dbg. 1950. — *F. vallesiaca ssp. stricta* A. et G. ex Hegi I. 334. — *F. duriuscula var. stricta* Schur En. pl. Transs 1866. 787. — *var rigidifolia* Borb. Budapest 1879. 52, *F. pallens var. rigidifolia* Borb. Vasmegye 1887. 160).

Diagnosis[2]:

Planta viridis, rarius parum pruinosa. Lamina foliorum setacea vel juncea, diametro (0,45—) 0,50—0,60 (—0,70) mm × (0,65—) 0,70—1,00 (—1,10) mm, 5—7-nervia, intus 3-costata, stricta, scabra vel minute puberula, vaginis imis breviter puberulis, annulo sclerenchymatico plus-minus continuo vel interrupto, stratis sclerenchymaticis inaequalibus (rarius magis aequalibus) vel fasciculis (5—7) crassiusculis praedita. Panicula (3,2—) 4,5—8(—9) cm longa, contracta, stricta, rachi et ramis scabris. Spiculae (3) 4—6 (7)-florae, (5—) 6—8 (—8,5) mm longae. Gluma sterilis superior 3,5—4,2 (4,8) mm longa, elliptico-lanceolata, acuta vel acuminata. Gluma fertilis (3,5—) 4—4,8 (—5,2)

[1] *F. beckeri* HACKEL Mon. Fest. 210. (1882) resp. A. et G. Syn. II. 465. (1900). (*F. ovina ssp. Beckeri* HACKEL l. c. 83, 100 — *F. ovina var Beckeri* Schmalh. Fl. jugo-Ross. II. 642. [1897] — *var. eu-Beckeri* St.-Y. 1924. 34 *-subvar. Rogevitzii* St.-Y. 1928. 339.) Die Synonymik bei LITARDIÈRE 1945. 107 ist irreführend. Num. chrom. [2x] : 28 (nach BRANDBERG 1948, Exemplar aus Ashabad, und LEWITZKY et KUZMINA Bull. Appl. Bot. 33. 1927.)

[2] Auf Grund der anatomischen Struktur von 48 Exemplaren und der Messungen von 95 Blüten bzw. Ährchen.

mm longa, aristata, arista (0,8—) 1—2,5 (—3,2) mm longa, —scabra vel puberula, raro ciliolata *(f. horánszkyana* Soó f. n.) Numerus chromosomarum :?

var. polita Hack. in Heldr. Herb. Graec. No. 1398. *(var. glaberrima* Hack. ap. Deg. 1936. 545.) Lamina foliorum glabra resp. levia. E Croatia, Montenegro, Albania et Graecia indicata.

Eine kritische Art, die der *F. trachyphylla* sehr nahe steht und mit der öfters vereinigt wurde. Die Beschreibung und Unterscheidung bei DANNENBERG (1. c.) stimmt nicht. Der Sklerenchymring ist meistens unterbrochen, mit 5, seltener 7 Bastbündeln (26 von den 48 untersuchten Exemplaren), oder stark ungleichmässig verlaufend (17 Exempl.), selten ziemlich gleichmässig und stark (5 Exempl.), so nähert der *vaginata*-Gruppe, hat aber spitze obere Hüllspelzen und rauhe Blätter. Die Blätter haben aber öfters 7 (36 Exempl.) als 5 (6 Exempl.) Nerven, doch sind die österreichischen Pflanzen mehr fünf-, die ungarischen mehr siebennervig. Ebenso haben die ungarischen sandbewohnenden *F. stricta* Formen kurzbegrannte Deckspelzen (arista (0,5—) 0,8—1,8 (—2,0) mm), die österreichischen Felspflanzen sind langbegrannt (arista 1—3,2 mm). Es ist möglich anzunehmen, dass sowohl *F. stricta*, wie die anderen, zwischen den Gruppen *ovina-duriuscula* und *valesiaca-sulcata* stehenden Taxa, wie *F. trachyphylla*, *F. callieri*, *F. duvalii* ursprünglich hybridogen sind, dann stammt die österreichische *F. stricta* von *F. glauca ssp. pallens* und der *sulcata*-Gruppe, die ungarische Sandpflanze *F. stricta* dagegen von *F. vaginata* und der *sulcata*-Gruppe. Ebenfalls können wir *F. trachyphylla* als *F. polesica — F. ovina*, *F. duvalii* als *F. glauca ssp. glauca — F. valesiaca* und die noch kaum bekannte *F. makutrensis* Zapal. *(F. ovina ssp. makutrensis* Kozl.) als *F. pseudovina — F. ovina* bezeichnen usw. Die Analyse des primären Bastardes ***vaginata*** × ***sulcata*** aus dem Marchfelde gibt folgende Angaben : Sklerenchymring ungleich, aber ununterbrochen, Blätter 0,7—0,8 mm dick, 7—8-nervig, Deckspelze 3,5—4 mm lang mit 2 mm langer Granne ; sie entspricht ziemlich gut unserer *F. stricta*, die Struktur der Blattepidermis ist aber nicht identisch. Eine ausführliche Beschreibung und Analyse der Blattepidermis von *F. stricta* (und *trachyphylla)* s. HORÁNSZKY 1954. 69—71, der, wie schon früher ZÓLYOMI (ex verbis) den Gedanken der hybridogenen Abstammung aufwirft. Vgl. noch KOZLOWSKA 1925. 339 (fig. 6), die übrigens alle Taxa der *F. ovina* spec. coll. durch die Anpassung den Lebensbedingungen der verschiedenen Pflanzengesellschaften entstehen liess. Dieselbe Meinung kündigte ich auch seit 30 Jahren an, so in der Erklärung der Entstehung der sog. saisonpolymorphen Sippen wie im allgemeinen der Formen bzw. Ökotypen polytypischer Arten.[1] Jedenfalls darf man aber die psammophile Rasse als *var. hungarica* SOÓ unter-

[1] SOÓ Syst. Monogr. d. Gatt. *Melampyrum* Repert. spec. nov. XXIII. 388—397. 1926. — Die umgestaltende Wirkung der künstlich veränderten Lebensbedingungen auf die Pflanzen. Acta Bot. Hung. I. 179—192. 1954.

scheiden : foliis plerumque 7-nervis, glumis brevius (0,5) 0,8—1,8 (2) mm aristatis.

Area : Austria inferior (Vindobonae, Burgenland), Slovakia (Marchfeld? Košice = Kassa?), Hungaria (Pilis-Gebirge, Budapest, Donau-Theiss Zwischenstromland, Kőszeg), Jugoslavia (Istrien, Kroatien?, Serbien, Montenegro, Banat : Deliblater Sandsteppe), Romania (Lugoj, Siebenbürgen : Sibiu= Hermannstadt cf. SCHUR ap. HACKEL Mon. Fest. 107, andere Standorte unsicher, Dobrogea), Italia (Südtirol, Görz), Anatolia, Syria, Armenia, Algeria — nach ST. YVES 1929. 357. *F. stricta* ist in Ungarn meist eine Sandpflanze, sie bildet eine Konsoziation des *Festucetum sulcatae danubiale*, kommt aber auch in *Festucetum vaginatae* vor. Sie wächst auf trockenem, lockerem, warmem Sand oder Schuttboden, als eine basophile, pannonisch-balkanische Art. Um Wien, im Burgenlande (Rechnitz, Bernstein, Lockenhaus nach BORBÁS Vasmegye . . . flórája 1887. 160) wie bei Kőszeg kommt sie in Trockenrasen vor, aber auch auf kalkreichen Felsensteppen.

Exsiccata. (* : *f. horánszkyana* cum typo.

Austria inf., Vindobonae : Gaisberg (WIESBAUR), Perchtoldsdorf (OSTERMEYER), Baden (BRAUN*) Folia 0,6—0,95 mm, panicula 3,2—7,5 cm, arista 1—3,5 mm longa.

Hungaria, Praematricum. Budapest ; Káposztásmegyer (FILARSZKY—JÁVORKA, HORÁNSZKY*), Rákos (CZAKÓ, DEGEN sub *F. glauca var. scabrifolia* Gram. Hung. 179), Csepel (DEGEN l. c., SIMONKAI, THAISZ), Pestszentlőrinc (PÓCS), Isaszeg (M. KOVÁCS) Folia 0,65—1,05 mm panicula (3,5) 4—9 mm, arista (0,5) 0,8—1,8 (2,5) mm : *var. pannonica.*

Matricum. Pilis-Geb., Kom. Esztergom : Bajót (HORÁNSZKY, folia 0,75—0,85 mm, arista 1—1,2 mm),

Banatus. Deliblát (JÁVORKA, WAGNER) Folia 0,4—0,9 mm, panicula 6—13 cm, arista 1,5—2 mm longa. JÁVORKA hat diese Pflanze als primären *F. vaginata* × *sulcata* Bastard gedeutet.

Montenegro. Maglič (ROHLENA folia 0,8—0,9 mm, panicula 4—7 cm, arista 3,5 mm, scler. fasc. 7).

Festuca trachyphylla (HACKEL) KRAJINA (Syn: *F. trachyphylla* KRAJINA Acta Bot. Boh. IX. 190. (1930. — *F. ovina var. duriuscula subvar. trachyphylla* Hack. 1882. 91. — *F. ovina var. trachyphylla* Mgf.-Dbg. 1950. — *F. duriuscula var. trachyphylla* Richt. Pl. Eur. I. 94 — *F. duriuscula* auct. scandin. et Fl. Europae mediae p. p.) Cf. HYLANDER 1945. 81—2. 1953. 236.

Num. chrom. (2x) 28,42 (BÖCHER Bot Notiser 1947) 42 (NAKAJIMA Japan. Journ. of Gen. 1930, BRANDBERG Ark. f. Bot. 33. 1949)

Diagnosis[1]

Planta glaucescens vel viridis *(f. virens* Hyl.), non pruinosa. Lamina foliorum setacea vel juncea, diametro (0,35—) 0,40—0,70 (—0,75) × (0,65—) 0,75—1,10 (—1,20) mm, 7-nervia (rarissime 5-vel 9-nervia), intus 3-costata, scabra vel puberula, vaginis imis breviter puberulis, annulo sclerenchymatico interrupto, fasciculis (3—) 5—7 crassiusculis, raro annulo plus-minus continuo inaequali. Panicula (3,5—) 5—10 cm longa, contracta, magis densa, rachi et ramis scabris. Spiculae (3) 4—8 (9)-florae, (5—) 6—10,5 (—12) mm. longae. Gluma sterilis

[1] Auf Grund der anatomischen Struktur von 16 Exemplaren und der Messungen von 180 Blüten.

superior 3,5—5 mm longa, elliptico-lanceolata, acuminata. Gluma fertilis 3—6, saepius 4—5 mm longa, aristata, arista (1,5—) 2—3 (—3,5—4) mm longa, scabra vel hirta resp. ciliata *(f. pubescens* HACKEL) Numerus chromosomarum : 28, 42.

F. trachyphylla steht der *F. stricta* sehr nahe, wie aus der obigen Beschreibung, hervorgeht, die Blätter sind seitlich mehr zusammengedrückt, die Rispe mehr locker, der Sklerenchymring fast immer unterbrochen, nur selten mehr oder minder geschlossen, ungleichmässig verlaufend (4 von den 18 untersuchten Exemplaren), so nähert mehr der *vallesiaca*-Gruppe, auch sind die oberen Hüllspelzen oft noch mehr zugespitzt, die Grannen länger (nur selten unter 2 mm). Vgl. DANNENBERG 1938. 59—63. (Analyse und Querschnitte vieler Exemplare aus der Schweiz.)

Eine nordische Pflanze, verbreitet in den skandinavischen Ländern, Deutschland, Polen, der Tschechoslowakei (Böhmen-Mähren), der Schweiz, der U. S. S. R. (Galizien, Ostpreussen, Baltische Länder), wohl auch in Holland, Belgien, England (adventiv), auch in Norditalien. In Deutschland häufiger im Norden, seltener in Thüringen, Bayern, Württemberg, Baden usw.[1]

Arealkarte HULTEN Atlas. 1950. No. 243.

Der Gruppe mit unterbrochenem Sklerenchymring gehört noch *F. duvalii* (St.-Y.) Mgf.-Dbg.[2] foliis pruinosis, scabris, 7— [9] —nervis, die aus der Rheinpfalz, Thüringen, Polen, Podolien, Nord-Italien angegeben wird. Cf. DANNENBERG 1937. 92. 6., HYLANDER 1953. 256. KOZLOWSKA 1925. 333. DANNENBERG lehnt den Gedanken einer hybridogenen Abstammung ab.

Festuca callieri Mgf. in Hayek Prodr. Fl. Balc. III. 278. 1933. *(Syn : F. sulcata var. Callieri* Hackel in Dörfler Herb. Norm. no. 3392, *subvar. eu-Callieri* St.-Y. Candollea III. 348. 1929. —?. *F. ovina var. Mrkvickana* Stoj. Fl. Bulg. 1948. 154—*F. pseudovina f. Mrkvickana* Acht. Bull. Inst. Bot. Bulg. III. 1953. 22—24 sec. fig.)

Planta pruinosa. Lamina foliorum setacea 0,35—0,55 × 0,55—0,85 mm diam., intus 3-costata, 5— [7] nervia, scabra, vaginis glabris, annulo sclerenchymatico continuo inaequali vel interrupto, fasciculis 5 [7] praedita. Panicula laxa, 3—6 [9] cm longa, rachi et ramis scabris. Spiculae 3—7-florae, 5,5—9 mm longae. Gluma sterilis superior 4—5 mm, ± acuminata, gluma fertilis (3—) 4—6 mm, aristata, — arista 1,8—4 mm — glabra vel scabriuscula, raro ciliolata, resp. hirta (*f. ganeschinii* St.-Y. 1932. 108. — *F. Ganeschinii* Drobow Trav. Mus. Bot. Acad. XIV. 1915. 175)

[1] Untersuchte Exemplare : Moravia, Letovice (PODPERA); Helvetia, Zermatt (PAUL) Silvaplana (PAUL) ; Italia, Torino (FERRARI) ; Bavaria, Nürnberg (GROSS, KAULFUSS, *f. pubescens*) ; Borussia, Mark Brandenburg : Prenzlau (HEILAND), Berlin «Grunewald» (SOÓ), Sperenberg (ZÓLYOMI) ; Suecia, insula Gotland : Visby (FRIES), Wärmland : Awika (KJELLGREN), S. Burlov (BRANDT).

[2] *F. Duvalii* (St.-Y.) Mgf.-Dbg. Verh. Bot. Ver. Brandenburg, 1937. 94 — *F. ovina ar vale siaca subvar. Duvalii* St.-Y. 1924. — *F. ovina ssp. Duvalii* Kozl. 1925. 337.

Kontinental-mediterrane Art, die von Griechenland (Patras, Saloniki) über Albanien, Bulgarien (s. unten), Thrazien (Konstantinopel), Anatolien, Georgien, Persien, Turkestan bis zum Tien-Schan-Gebirge, ferner nach Syrien und Libanon verbreitet ist, ebenso auf der Krim-Halbinsel, von dort beschrieben. Nach ST.-YVES (1932) auch in den Gouv. Woronesch, Pensa, Uljanowsk, Kuibyschew, Astrachan, im Nordkaukasus und Sibirien (Distr. Akmolinsk). Steht nach St. Y. zwischen *F. vallesiaca* und *F. stricta*. Weitere Formen : *subvar. conferta* St.-Y. Bull. Soc. Bot. Fr. 1924. 37 und *subvar. Bourgei* Hack. ap. Boiss. Flora Orient. V. 188. 618. *(f. aristata* St.-Y.) aus Asien. Cf. ST.-YVES 1928. 348—351 (die Fig. zu schematisch). V. 108. Bessere Fig. in FEDTSCHENKO 1928. 206.

Die für die Flora Bulgariens neue Art fand ich in den prachtvollen Waldsteppenwiesen der Reservation Ostriza um 1200 m im Golo-Brdo Gebirge bei Dimitrovo, in der *Asphodeline taurica-Onosma taurica* Ass. (alle drei aus der Krim bekannt gewordene Arten!). Ebenso wächst sie in den Steppenwiesen mit viel *Asphodelus albus* des Berges Gradiste (Lülin-Geb.) um 950 m oberhalb von Vladaja, wohl dieselbe Pflanze fand T. SIMON auf dem Sokolez um 1600 m bei Borovec am Fusse des Rila-Gebirges. Diagnose auf Grund der gesammelten Exemplare und des Originals von HACKEL. (Krim : Sudak, leg. CALLIER!) Die Art wird in der FSSR. unter *F. Ganeschinii* nur aus Asien erwähnt.

Zusammensetzung der Assoziation *Asphodeline taurica-Onosma taurica* am S—SW Hange des Berges Ostriza (Bedeckung 85—100%, Neigung 10—20°) 3 Aufnahmen 3. VI. 1954 (Soó), 11. VII. 1954 (SIMON)

!*Asphodeline taurica*	2—4	1	1—2
!*Onosma taurica*	2—3	2	1—2
Carex humilis	2	1—2	1
Agropyrum cristatum	1	1	1
!*Bromus lacmonicus*	1—2	1	—
Chrysopogon gryllus	—	1	—
Diplachne serotina	—	—	1
Festuca callieri	1	—	—
Koeleria gracilis	—	—	1
Poa badensis	—	1	—
P. bulbosa	—	(1)	—
Melica ciliata nebrodensis	—	—	1
Stipa capillata	—	—	1
S. eriocaulis	1—2	—	1
!*Genista involucrata*	—	1	—
G. triangularis	(1)	—	—
G. trifoliata	(1)	—	1
Hyssopus angustifolius	—	—	1
Teucrium chamaedrys	—	—	1
T. montanum	—	—	1
Thymus acicularis	3	4	1
Helianthemum canum	1	1	1
Artemisia alba canescens	—	(1)	—
Pulsatilla grandis	(1)	—	1
Sedum ochroleucum	—	1	—
Potentilla tommasiniana	(1)	—	—
Filipendula vulgaris	(1)	—	—

Sanguisorba minor	—	(1)	—
!*Anthyllis aurea*	1—2	—	1
A. vulneraria polyphylla	1	—	1
Ferulago meoides	—	(1)	1
Trinia kitaibelii	1	—	1
Asperula montana	—	—	1
Galium purpureum	—	—	1
G. lucidum	—	—	1
Geranium sanguineum	—	—	1
Linum hirsutum	—	—	1
L. austriacum	(1)	—	—
L. tauricum	1	—	—
Euphorbia rupestris	1	—	1
Cynynchum fuscatum	—	(1)	1
Cerinthe minor maculata	1	—	—
Onosma visianii	—	(1)	—
Ajuga chia	1	—	1
Sideritis montana	—	—	1
Stachys recta	—	—	1
Verbascum uromovi	—	(1)	—
Pedicularis petiolaris	—	(1)	—
Globularia aphyllanthes	1	1	1
Plantago argentea	1	—	1
!*Alyssum cf. rhodopeum*	1	1	1
Campanula macrostachya	—	—	1
Asyneuma anthericoides	—	—	1
!*Achillea aizoon serbica*	1—2	—	—
A. clypeolata	1(—3)	1	1
Anthemis montana delicatula	1	1	1
Carduus leiophylus	1	—	—
Centaurea chrysolepis	1	1	1
!*C. salonitana lilinica*	—	—	1
C. micrantha australis	1	—	1
Crupina vulgaris	—	—	1
Inula ensifolia	—	—	1
I. oculus-christi	1	1	—
Jurinea mollis	1	1	1
Hieracium villosum	—	(1)	—
Leontodon asper	—	—	1
Scorzonera hispanica	1	—	—
Tragopogon pterodes	1	—	—
Hypercium rumelicum	1	1	1
Dianthus pelviformis leucolepis	1	—	—
Gypsophila glomerata	(1)	—	1
Saponaria bellidifolia	(1)	—	—
Silene fabaroides	—	—	1
Minuartia setacea	1—2	—	—
Scleranthus dichotomus	—	1	—
Thesium divaricatum	—	—	1
Allium flavescens	—	—	1
Anthericum ramosum	—	—	1
Muscari tenuiflorum	1	—	1
Ornithogalum cf. umbellatum	—	1	—
!*Tulipa uromovi*	—	(1)	—
Hyacinthus leucophaeus	(1)	—	1
Iris sintenisii	—	(1)	1
I. reichenbachii	(1)	—	1

Lichenes: *Aspicilaria contorta*, *Verrucaria nigrescens*, *V. nivalis* (sec. Ö. Szatala). Zahlen in Klammern bedeuten, dass die Art in der Ass.,aber ausserhalb der Aufnahme notiert wurde.! = mutmassliche Charakterarten der

Ass., die wohl einem noch nicht näher bekannten ostmediterran-kontinentalen (pontisch-mediterranen) Verbande gehört. *F. callieri* kommt auf der Ostriza auf Kalk, dagegen im Lülingebirge auf Andesit vor (A—D: 2—3), in der Gesellschaft von *Bromus fibrosus* (3), *Poa bulbosa* (2), *Avenastrum pubescens*, *Carex caryophyllea*, *Potentilla argentea* (2), *P. recta laciniosa*, *Fragaria viridis* (2), *Astragalus chlorocarpus*, *Trifolium campestre*, *Lathyrus setifolius*, *Vicia lathyroides*, *Ferulago meoides*, *Galium verum* (2), *Teucrium chamaedrys* (2), *Thymus glabrescens*, *Stachys recta*, *Satureja patavina*, *Verbascum thapsiforme*, *V. formanekii*, *V. phoeniceum*, *Linaria genistifolia*, *Veronica jacquinii*, *Plantago lanceolata*, *Erysimum canescens* (—2), *Alyssum alyssoides* (—2), *Viola kitaibeliana*, *Achillea crithmifolia* (—2). *Carduus candicans*, *Inula oculus-christi*, *Senecio vernalis*, *Silene subconica*, *Scleranthus dichotomus* (—2), *Minuartia verna*, *Ornithogalum tenuifolium*, *Muscari tenuiflorum*, *Iris reichenbachii* etc.

Diese Gesellschaft wurde von GANTSCHEFF (Rastitelnata pokrivka na istotschnija djal na Ljulini planina, 1952) als *Poa bulbosa var. vivipara-Festuca pseudovina* Ass. beschrieben (S. 120—127, vgl. Tab. 24 col. 3—5 vom Berge Gradiste). Über die Flora von Golo-Brdo vgl. STOJANOFF und ACHTAROFF Mitt. Naturw. Inst. Sofia IX. 1936. 135—146.

1. ANHANG

Charakterisierung einzelner Arten auf Grund der Blattepidermis

Von
A. HORÁNSZKY

Die Ober- und Unterseite des Blattes unterscheiden sich scharf. An der Unterseite des Blattes (d. h. an seiner äusseren Fläche) ist die Wand der Grundgewebezellen dicker und gewellt (l_1). Zwischen diesen befinden sich Zellenpaare aus verkieselten und verkorkten Zellen. Die verkieselte Zelle ist im allgemeinen kugelförmig (S), die verkorkte kürzer als breit, und gekrümmt (Z). Sie bedeckt die verkieselte Zelle kappenförmig. An der Unterseite des Blattes befinden sich aus schmäleren Zellen bestehende Streifen, gemäss der Ausbildung der Sclerenchymbündel. In diesen Streifen sind die Trichomengebilde häufig, die die Rauheit der Blätter bewirken.

Den Blattrand bildet eine aus verschiedenen Trichomen bestehende Reihe. Dann folgt ein Übergangsstreifen, der noch die Eigenschaften der Unterseite zeigt, aber da erscheinen schon auch die für die Oberseite charakteristischen Zellen.

An der Oberseite (d. h. an der inneren Fläche) des Blattes sind — beiderseits der Gelenkzellenreihen — Streifen aus Spaltöffnungen. Zwischen diesen befinden sich Streifen aus Grundgewebezellen und Trichomen. An der Ober-

seite des Blattes sind die verkorkten Zellen in grösster Mannigfaltigkeit zu finden. Ihre Bezeichnung ist im allgemeinen Z (s. oben); die gekrümmten, deren Länge fast so gross ist wie die Breite: Z_1; häufig sind auch die dreieckigen Zellen, deren Länge die Breite übertrifft: Z_2; ferner die etwa quadratischen : Z_3, und die Zellen in Form eines gestreckten Rechteckes: Z_4. Die Wand jeder dieser Zellen kann gerade oder in verschiedenem Ausmasse gewellt sein. Die Trichomengebilde zeichnen sich durch eine überaus grosse morphologische Vielfalt aus. Man findet Typen, deren lange Basis in der Epidermis liegt, während ihre Spitze Parallel zur Epidermis in Freien verläuft (P_1), solche von mittlerer Länge, die sich im Bogen langsam verjüngen und in eine Spitze auslaufen (P_2), ferner kegelförmige, etwas nach unten gebogene Trichomen (P_3), solche mit breiter Basis, die sich wellenförmig krümmen, und sich in die Länge verjüngen (P_4). Schliesslich gibt es auch ganz kurze kegelförmige, sich nach verschiedenen Richtungen krümmende Trichomen (P_5).

Die untersuchten Exemplare sind folgende:

1. *Festuca stricta* Host: Baden, leg. BRAUN.
2. *Festuca stricta* Host *var. hungarica* Soó: Budapest. Káposztásmegyer leg. HORÁNSZKY.
3. *Festuca trachyphylla* (Hack) Krajina: Berlin, Sprerenberg, leg. ZÓLYOMI.
4. *Festuca callieri* (Hack.) Mgf.: Krim: Sudak, leg. CALLIER.
5. *Festuca callieri* (Hack.) Mgf.: Bulgarien, Golo-Brdo, leg. SOÓ.

Festuca stricta Host.

Die Unterseite des Blattes besteht aus den Elementen l_1—S—Z. Den Sclerenchymbündeln gemäss bilden sich Streifen aus schmäleren Zellen aus, in denen P_3 Trichomen erscheinen.

Den Blattrand bildet eine Reihe der l_1—P_1 oder l_1—P_3 Elemente. An der Oberseite 4 Gelenkzellenreihen, daneben Streifen mit Stomata. Die Trichomen der Oberseite sind im allgemeinen zu Paaren stehende P_4 Elemente. Die verkorkten Zellen befinden sich meistens neben Trichomen oder Spaltöffnungen (vom Typ Z_1, Z_2, Z_4) zerstreut, ihre Wand ist gerade oder höchstens schwach gewellt.

Festuca stricta Host *var. hungarica* Soó

Bau der Ober- und Unterseite des Blattes ist in den wichtigsten Zügen dem vorigen gleich, aber in allen Dimensionen kleiner. Die verkorkten Zellen sind an der Oberseite in allen Typen dicht zu finden, ihre Wand ist meist stärker gewellt. An der Oberseite sind P_2 Trichomen dominant. Die dimensionellen Unterschiede veranschaulicht die folgende Tabelle:

Tabelle

	F. stricta	*F. stricta var hungarica*
Länge der Stomata		
Mittelwert	43 μ	31,6 μ
Extremwerte	40—47,5 μ	29,5—35 μ
Trichomenlänge der Oberseite		
Mittelwert	102 μ	66,25 μ
Extremwerte	60—168 μ	(10—) 42,5—90 μ
Breite der Grundgewebezellen der Oberseite in den Streifen mit Stomata		
Mittelwert	15,5 μ	8,1 μ
Extremwerte	14—18,5 μ	7,5—8,3 μ
in den Streifen mit Trichomen		
Mittelwert	14 μ	10,8 μ
Extremwerte	12,5—17,5 μ	7,5—12,5 μ

Festuca trachyphylla (Hack.) Krajina

Aufbau der Unterseite ist den vorigen gleich. Den Blattrand bilden sehr lange Trichomen (230 μ, 120—288 μ). In den Übergangsstreifen befinden sich viele verkorkte Zellen in verschiedensten Typen.

An der Oberseite sind 4 Gelenkzellenreihen ausgebildet. Die Trichomen kommen in grosser Mannigfaltigkeit in verschiedenen Längen (vom Typ P_2 bis P_5) vor. Daneben sind verkorkte Zellen, besonders vom Typ Z_1 und Z_3. Länge der Stomata in Mittelwert 37,5 μ mit Extremwerten von 35—40 μ.

Festuca callieri (Hack.) Mgf.

Die Epidermis ist der von *F. stricta* ähnlich, im Übergangsstreifen mit vielen verkorkten Zellen (vom Typ Z, Z_1, Z_4), die sind immer neben den Trichomen zu finden. Trichomen der Oberseite vom Typ P_2 und P_4, daneben sind verkorkte Zellen selten, vom Typ Z_2, Z_3, Z_4. Länge der Stomata im Mittelwert 32,4 μ, mit den Extremwerten von 24—35,6 μ.

Die anatomische Struktur der Originalexemplare aus der Krim, sowie derjenigen aus Bulgarien sind mehr oder minder identisch.

2. ANHANG

Übersicht der pannonisch-subpontischen Sandsteppengesellschaften

Verband ***Festucion vaginatae*** Soó 1929, 342. 1940, 35
(Eu-Festucion vaginatae, Festucion vaginatae basiphilum et neutrophilum [p. p.] Šmarda 1953)
(Unterverband *Bromion tectorum* Soó 1940 l. c)

1. Ass. *Brometum tectorum* (Kerner 1863) Bojko 1934. Soó 1939. 95 (*Bromus squarrosus-tectorum* ass. Soó 1929. 345 mit Aufzählung der Charakterarten, aber ohne Liste) (Trespen-Formation Kern)
   a) *B. t. secaletosum* Soó 1939, Pócs 1954 (B. t. *danubiale* Hargitai 1940, *Bromus tectorum-Secale silvestre* ass. Hargitai 1940, Zsolt 1943.
   b) *B. t. cynodontetosum* Soó 1939, Hargitai 1940, Zsolt 1943 (*Cynodon dactylon* ass. Magyar 1933)
   c) *B. t. deliblaticum* Soó nom nov. (*Corispermeto-Polygonetum arenariae* Stjepanović-Veseličič 1953. 24)
   Unterverband *Festucion vaginatae* Soó s. str. (Hauptassoziation *Festucetum vaginatae* Knapp 1942)
2. Ass. *Festucetum vaginatae danubiale* (Rapaics 1923) Soó 1929. 342—345, Hargitai 1940, Zsolt 1943, Pócs 1954, Kárpáti I. 1954
   a) *F. v. salicetosum rosmarinifoliae* Soó (1929 sol. nom.) 1939. 91., Hargitai 1940. (*Salicetum rosmarinifoliae* Magyar 1933)
   aa) *F. v. holoschoenetosum* Soó 1939 l. c., Hargitai 1940
   b) *F. v. stipetosum capillatae* (Magyar) Soó (1929 sol. nom.) 1939, (*Festucetum vaginatae Stipa capillata subass.* Magyar 1933)
   c) F. v. normale (*Festucetum vaginatae Festuca vaginata subass.* Magyar 1933)
   d) *F. v. stipetosum joannis (=pennatae)* (Kerner 1863) Soó (1929 sol. nom.) 1939. 92. (*Stipa*-Formation Kerner, *Festucetum vaginatae Stipa joannis subass.* Magyar 1933)
   e) *F. v. fumanetosum* (Magyar) Soó 1939 (*Festucetum vaginatae Fumana vulgaris [=procumbens]* subass. Magyar; bunte Flechten-Fazies Zólyomi et Zsolt 1943, *Festuca vag. — Helianthemum fumana* ass. Šmarda 1953)
   f) *F. v. juniperetosum* Soó (1929 sol. nom.) 1939 = *Junipereto-Populetum albae* Soó et Zólyomi 1950 *festucetosum vaginatae* p. p.
   g) *F. v. populetosum* Soó (1929 sol. nom.) 1939 = *Junipereto-Populetum albae* . . . p. p.
   h) *F. v. calamagrostetosum* Soó (*Calamagrostidetum epigeios* Hargitai 1940)

2. b. *Ass. Festucetum vaginatae arrabonicum* (Soó 1940 sol. nom.) Borhidi 1955

3. *Ass. Festuceto (vaginatae)-Corynephoretum* Soó ap. Aszód 1936. 98 Soó

1939. 90. (*Festucetum vaginatae tibiscense* Soó l. c. — *Festuca vaginata-Corynephorus canescens* ass. Soó 1940)

b) *F.—C. caricetosum stenophyllae* Soó 1939

3. b. *Ass. Festuceto-Corynephoretum danubiale* Soó nom. nov. (*Festucetum vaginatae danubiale corynephoretosum* Soó 1939, Hargitai 1940)

3. c. *Ass. Festuceto-Corynephoretum arrabonicum* Borhidi 1955 ined.

3. d. *Ass. Festuceto-Corynephoretum moravicum* Soó nom. nov. (*Festuca vaginata-Dianthus serotinus* ass. Klika 1935., *Festuca vaginata ssp. dominii-Corynephorus* ass. Soó 1940, *Festuca dominii-Dianthus serotinus* ass. Krippel 1954. 639)

3. e. *Ass. Festuceto-Corynephoretum croaticum* (Soklič) nom. corr. (*Corynephoreto-Festucetum vaginatae croaticum* Sorlič 1943. 22)

4. *Festucetum vaginatae deliblaticum* (Soó 1929, 1940 sol. nom.) Stjepanovič-Veseličič 1953. 30 (*Festuca vaginata-Koeleria glauca* ass. St.-Ves., *Corispermum nitidum-Polygonum arenarium* ass. St.-Ves. 24 Herbstaspekt!)

a) *fumanetosum*, b) *typicum*, c) *muscetosum*, d) *stipetosum joannis* (=*pennatae*) St.-Ves. 1953. 34—42

5. *Festucetum vaginatae bulgaricum* Soó = *Festuca vaginata-Lepidotrichum üchtritzianum* ass. Soó ass. nova

Bulgaria, distr. Stalin (Varna), nördlich von Beloslav (Gebedze), Sandsteppe von Dikili-tas, 3 Aufnahmen von 25 m², 8. VI. u. VII. 1954 (Soó, Simon) Bedeckung 10—40 %.

Verbandscharakterarten

Festuca vaginata (*mucronata* et *dominii*)	1—3	V
Bromus tectorum	1—3	III
Secale silvestre	1—2	II
Holoschoenus romanus	1—2	II
Ephedra distachya	1	I
Astragalus varius	1	III
Syrenia cana	1	II
Kochia laniflora	1	I
Corispermum nitidum	1	I
Polygonum patulum	1	I

Assoziationscharakterarten bzw. Differentialarten gegen die pannonischen Assoziationen

Aegilops triuncialis	1	I
Psilurus aristatus	1	I
Verbascum glanduligerum	1	II
Alyssum prodani	1—3	IV
Lepidotrichum üchtritzianum	1	III
Matthiola tristis	1	II
Centaurea euxina	1	III
Silene pontica	1	II
S. frivaldszkyana	1	I
Allium margaritaceum	1	I
Thymus zygoides	1	II

Begleiter

Stipa pennata s. l.	1	I
Linaria genistifolia	1	I
Cuscuta arvensis	1	I
Artemisia scoparia	1	I
Chondrilla juncea	1	I
Leontodon asper	1	I
Minuartia setacea	1	I
Spergula arvensis	1	I

Verband *Festucion sulcatae* Soó (1929) 1940

(F. valesiacae Klika 1929—1901 p. p.)

1. *Ass. Festucetum sulcatae danubiale* Soó 1939. 92, Hargitai 1940, Zsolt 1942 *(Festucetum sulcatae* Magyar 1933)
   Cons. *Chrsopogonetum grylli* (Kerner) Soó 1939, Hargitai 1940 *(Pollinia*-Formation Kerner 1863)
   Cons. *Festucetum strictae* Pócs 1954. 288.
   F. s. calamagrostetosum Soó *(Calamagrostis epigeios* ass. Magyar 1933)
2. *Festucetum sulcatae tibiscense* Soó 1939. 99, 1955.
   Cons. *Chrysopogonetum grylli (tibiscense)* Soó l. c.
3. *Festucetum sulcatae deliblaticum* Soó (1940 nom nud.) = *Koelerieto-Festucetum wagneri* Stjepanovič-Veseličič 1953. 48
   a) *typicum*, b) *stipetosum capillatae* St.-Ves.
   c) *salicetosum rosmarinifoliae* Soó nom. nov. *(Salicetum rosmarinifoliae : Salix rosmarinifolia-Holoschoenus vulgaris* ass. St.-Ves. 74)

3. b. *Chrysopogonetum pannonicum* Stjepanovič—Veseličič 1953. 53 rectius *deliblaticum* Soó, anne magis cons. *Festuceti sulcatae deliblatici.*

4. *Potentillo-Festucetum pseudovinae* Soó 1940, 1950. *(Festucetum pseudovinae* [Bojko 1934, Soó. ap Aszód 1936], *potentillosum arenariae* Soó 1929. 101. — *Festuca pseudovina-Potentilla arenaria* ass. Soó 1940 — *Potentilletum arenariae* Bojko 1933 — *Festuca pseudovina-Carex stenophylla* ass. Wendelberger 1954)
   P.—F. ps. *caricetosum supinae* Soó (1939)
   P.—F. ps. *cynodontetosum* Soó *(Cynodontetum* Bojko 1934)

4. b. *Festuceto-Potentilletum arenariae (deliblaticum)* St.-Ves. 1953. 65 emend. Soó
   a) *festucetosum wagneri*, b) *festucetosum valesiacae*, c) *cynodontetosum* St.-Ves. 1953. 68—71

Allen Mitarbeitern, die mir durch die vielen mühsamen biometrischen Untersuchungen und Zeichnen zur Hilfe gestanden sind, so cand. biol. T. Simon (auch für die zönologischen Aufnahmen), Dr O. Borsos, A. Horánszky, E. Kovács, M. Komlódi, A. Borhidi, P. Juhász-Nagy, S. Szilágyi spreche ich meinen aufrichtigsten Dank aus. Ebenso Akademiemitglied B. Zólyomi, Direktor der Bot. Abt. d. Naturhist. Museums und Prof. A. Boros, für die Ausleihung des *Festuca*-Materials.

SCHRIFTTUM

1. FESTUCA-LITERATUR

Achtarov, B.: Rodt Festuca L. (Vlasatka) v. Bulgarija. (Bulgarisch mit deutsch. Res.: Die Gattung Festuca L. [Schwingel] in Bulgarien). — Bull. Inst. Botan. Acad. Bulg. d. Sc. *3.* (1953) 3—89.

DANNENBERG, I.: Festuca psammophila Krajina, ihr verwandschaftlicher Zusammenhang und ihre Stellung in der Flora und Vegetation der Mark Brandenburg. — Verh. Botan. Ver. Prov. Brandenburg, *77*. (1937) 90—120.
DANNENBERG-MARKGRAF I.: Die Gattung Festuca in den Bayerischen Alpen. — Ber. Bayer. Bot. Ges. *28*. (1950) 195—211.
DANNENBERG, I.: Über einige kritische Formen in der nordöstlichen Schweiz. — Ber. d. geobotanischen Forschungsinstitut Rübel, 1938. 51—64.
HACKEL, E.: Monographia Festucarum europaearum. — Kassel—Berlin, 1882.
HACKEL, E.: Zur Kenntnis der Festuca-Arten, mit besond. Berücksichtigung des Kitaibelschen Hebars. — Természetrajzi Füzetek, *2*. (1888) 273—297.
HORÁNSZKY, A.: Die Kenntnis der Festuca-Arten auf Grund der Blattepidermis. — Acta Botanica Acad. Scient. Hung. *1*. (1954) 61—87.
HOST, N. TH.: Icones et descriptiones graminum austriacorum. 1—4. (1801—1809) Tab. 400.
KOZLOWSKA, A.: La variabilité de Festuca ovina L. en rapport avec la succession des associations steppiques du plateau de la Petite Pologne. — Bull. Acad. Polon. Cl. Mathém. Natur. Sér. B. 1925, 325—377.
KRAJINA, V.: Adnotationes ad species generis Festuca in Flora Cechoslovenica exsiccata. — Acta Bot. Bohem. *9*. (1930) 184—220.
LITARDIÈRE, R. de: Contribution à l'étude du genre Festuca. — Candollea, *10*. (1945) 103—146. Bull. Soc. Bot. Belg. *55*. (1923) 92—133, 149—154.
SAINT-YVES, A.: Les Festuca de la Section Eu-Festuca et leurs variations dans les Alpes Maritimes. — Ann. Cons. et Jard. Bot. Geneve, *17*. (1913) 1—218.
SAINT-YVES, A.: Festucarum varietates novae. Bull. Soc. Bot. Fr. *71*. (1924) 28—43, 118—135.
SAINT-YVES, A.: Tentamen. Claves analyticae Festucarum Veteris Orbis. — Revue Bretonne de Bot. 1927, 1—124.
SAINT-YVES, A.: Contribution à l'étude des Festuca (subgen. Eu-Festuca) de l'Orient, Asie et région méditerranéenne voisine. — Candollea *3*. (1928) 321—466.
SAINT-YVES, A.: Festucae novae. — L. c. *5*. (1932—34) 101—141.
VETTER, J.: Neue Pflanzenhybriden, neue Formen und neue Standorte. — Verh. Zool. Bot. Ges. *65*. (1915) 146—169. — Neue Festuca Hybriden. — L. c. *66*. (1916) 123—134. — Neue Festuca Hybriden, neue Standorte. — L. c. *67*. (1917) 171—187.

2. FLORENWERKE

ASCHERSON-GRÄBNER: Synopsis der mitteleuropäischen Flora. *2*. 1. (1900) 453—564.
BECK, G.: Flora von Niederoesterreich. 1890, 94—104.
BORBÁS, V.: Die pflanzengeographischen Verhältnisse der Balaton-Seegegend. — 1907. (Ung. Ausg. 1900, 318.)
BORZA, A.: Conspectus Florae Romaniae regionumque affinium. 1947. 12—14.
CIFFERI—GIACOMINI: Nomenclator Florae Italicae. *1*. 1950, 39—41.
CLAPHAM—TUTIN—WARBURG: Flora of the British Isles. 1952, 1424—27.
DEGEN, Á.: Flora Velebitica. *1*. 1936, 543—554.
DOMIN, K.: Plantarum Cechoslovakiae enumeratio. 1935 (Preslia 13—14.) 34—36.
DOSTÁL, R.: Květena Č. S. R. 1949—1951, 1932—1951.
FEDTSCHENKO, B. A.: Flora Rossiae Austro-Orientalis *2*. 1928, 197—207.
FIORI, A.: Nuova Flora Analitica d'Italia 1. 1923, 133—140.
FRITSCH, K.: Excursionsflora von Österreich. Ed. *1*. 1897, 62—68. Ed. 3. 1922, 668—664.
GRECESCU, D.: Conspectul Florei României. 1898, 625—631.
GROSSHEIM, A. A.: Flora Kavkasa. *1*. 1928, 115—119.
HAYEK, A.—MARKGRAF, F.: Prodromus Florae peninsulae Balcanicae, *3*. 1932—33, 275—292.
HEGI, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa *1*. 1908, 327—354, Ed. 2. 1936, 428—456.
HEIDEMAN, T. S.: Opredelitel rastenij Moldawskoj SSSR. 1954, 416—418.
HYLANDER, N.: Nomenklatorische und systematische Studien über nordische Gefässpflanzen. — Uppsala Univ. Arsskrift, 1945: 7, 81—83.
HYLANDER, N.: Nordisk Kärlväxtflora *1*. 1953, 255—257.
JÁVORKA, S.: Magyar Flóra, 1924—25, 96—104.
KRETSCHETOWITSCH et BOBROW in KOMAROW-SCHISCHKIN Flora SSSR. *2*. 1934, 497—535.
MAJEWSKI, P. F.: Flora srednij polosi evropeiskoj SSSR. 1954, 784—789.
NYÁRÁDY—SOÓ: Kolozsvár és környékének flórája. (Flora von Klausenburg u. Umgebung) 1941—44, 73—79. (1941).

PODPERA, I.: Květena Moravy. *3.* 1928, 134—169.
PRODAN, J.: Conspectul Florei Dobrogei. *1.* 1935, 21—29.
PRODAN, J.: Flora pentru determinare si descrierea plantelor ce cresc in România. — Ed. *2* 1939—40, 1. 92—101, 1234—1235.
RECHINGER, K. H.: Flora Aegea. 1943. 781—784.
ROUY-FOUCAUD-CAMUS: Flore de France. *14.* 1913, 200—230.
SCHINZ—KELLER—THELLUNG: Flora der Schweiz. *1.* 1923, 74—79, 2. 1914, 36—38.
SOÓ, R.—JÁVORKA, S.: A magyar növényvilág kézikönyve. (Handbuch der ungarischen Pflanzenwelt.) 1951, 920—926.
STANKOW—TALIEW: Opredelitel rastenij evropeiskoj tschasti SSSR. 1949, 1024—1028.
SZAFER—KULCZINSKI—PAWLOWSKI: Rostliny Polskie. Ed. 2. 1953, 920—926.
ZAPALOWICZ, H.: Conspectus Florae Galiciae criticus. *1.* 1906, 58—72.

3. ZÖNOLOGISCHE ARBEITEN (ZUM ANHANG)

BOJKO, H.: 1934. Die Vegetationsverhältnisse im Seewinkel. 2. Beih. Bot. Cbl. *51.* 2. 600—747.
BORHIDI, A.: 1955. Die Steppen und Wiesen auf Sand der Kleinen Ungarischen Tiefebene. Acta Botan. Acad. Scient. Hung. 2. inedita.
HARGITAI, Z.: 1940. Die Vegetation von Nagykörös. 2. Die Sandpflanzengesellschaften. Botan. Közl. *37.* 205—240. (Ungar. m. deutsch Zusfssg.)
KÁRPÁTI, I. et KÁRPÁTI, V.: 1954. The Aspects of the Calciphilous Turf (Festucetum vaginatae danubiale) in the Environs of Vácrátót in 1952. Acta Bot. Acad. Scient. Hung. *1.* 89—124.
KERNER, A.: 1863. Das Pflanzenleben der Donauländer. Innsbruck.
KLIKA, J.: 1931. Die Pflanzengesellschaften und ihre Sukzession auf den entblössten Sandböden in dem mittleren Elbetale. Sbornik Československé Akad. Zemedelské. *6.* A. 277—303.
KLIKA, J.: 1934. Die Pflanzengesellschaften des Sandbodens des Marchfeldes in der Slowakei. Beih. Bot. Cbl. *42.* 2. 1—16.
KRIPPEL, E.: 1954. Die Pflanzengesellschaften auf Flugsandböden des slowakischen Teiles des Marchfeldes. Aichinger Festschrift. *1.* 635—645.
LIBBERT, W.: 1932. Die Vegetationseinheiten der neumärtischen Staubeckenlandschaft. II. Verh. Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg *75.* 229—348.
MAGYAR, P.: 1933. Die pflanzensoziologischen Grundlagen der Sandaufforstung. Erdészeti Kísérletek. (Forstliche Versuche.) *35.* 139—227. (Ungar. m. deutsch. Zusfssg.)
PÓCS, T.: 1954. Die Vegetation des Akademischen Waldes in Rákoskeresztur. Botan. Közl. *45.* 283—295. (Ungar. m. deutsch. Zusfssg.)
RAPAICS, R.: 1923. A növények társulása. (Pflanzengesellschaften.) Term. Tud. Közl. *55.* 329—335. (Ungar. m. erster Fest. vag. Aufnahme.)
ŠMARDA, I. Příspěvek k poznáni rostlirných společenstev přesypovich pisku na jiznim a jihozapadnim Slovensku. Biologia [Bratislava] *8.* 1953. 497—525.
SOÓ, R.: 1929. Die Vegetation und die Entstehung der ungarischen Puszta. Journal of Ecology. *17.* 329—350.
SOÓ, R.: 1930. Über Probleme, Richtungen und Literatur der modernen Geobotanik. Die Pflanzensoziologie in Ungarn. Magy. Biol. Int. munkái (Arb. Ung. Biol. Forsch. Inst. Tihany) *3.* 1—51. (Ungar.)
SOÓ, R.: 1939. Sand- und Alkalisteppenassoziationen des Nyirség. Botan. Közl. *36.* 98—108. (Ungar. m. deutsch. Zusfssg.)
SOÓ, R.: 1940. Vergangenheit und Gegenwart der pannonischen Flora und Vegetation. Nova Acta Leopoldina *9.* 56. 1—50.
SOÓ, R.: 1954. Bátorliget növényvilága. (Die Pflanzenwelt von Bátorliget) in Székessy: Bátorliget élővilága 17—57 (nur ungarisch).
SOÓ, R. 1955. La végétation de la reservation Bátorliget. Acta Botan. Acad. Scient. Hung. 1. 301—334.
STJEPANOVIČ-VESELIČIČ, L.: 1953. Vegetation de Deliblatska Pescara. Monogr. Inst. d'Ecol. et de Biogéogr. *4.* 1—113. (Serbisch m. franz. Zusfssg.) (La végétation des sables de Deliblato).
SOKLIČ, I.: 1943. Die Pflanzenwelt des Sandbödengebiets Podravski Piesci in Kroatien. Hrvatskog sumarskog lista. *67.* 1—34. (Kroatisch m. deutsch Zusfssg.)
WENDELBERGER, G.: 1954. Steppen, Trockenrasen und Wälder des pannonischen Raumes. Festschrift Aichinger *1.* 573—634.
ZSOLT, J.: 1943. Die Vegetation der Donau-Insel Szent-Endre. Index Horti Botanici Univ. Budapest. *6.* 1—20. Tab. 1—7.

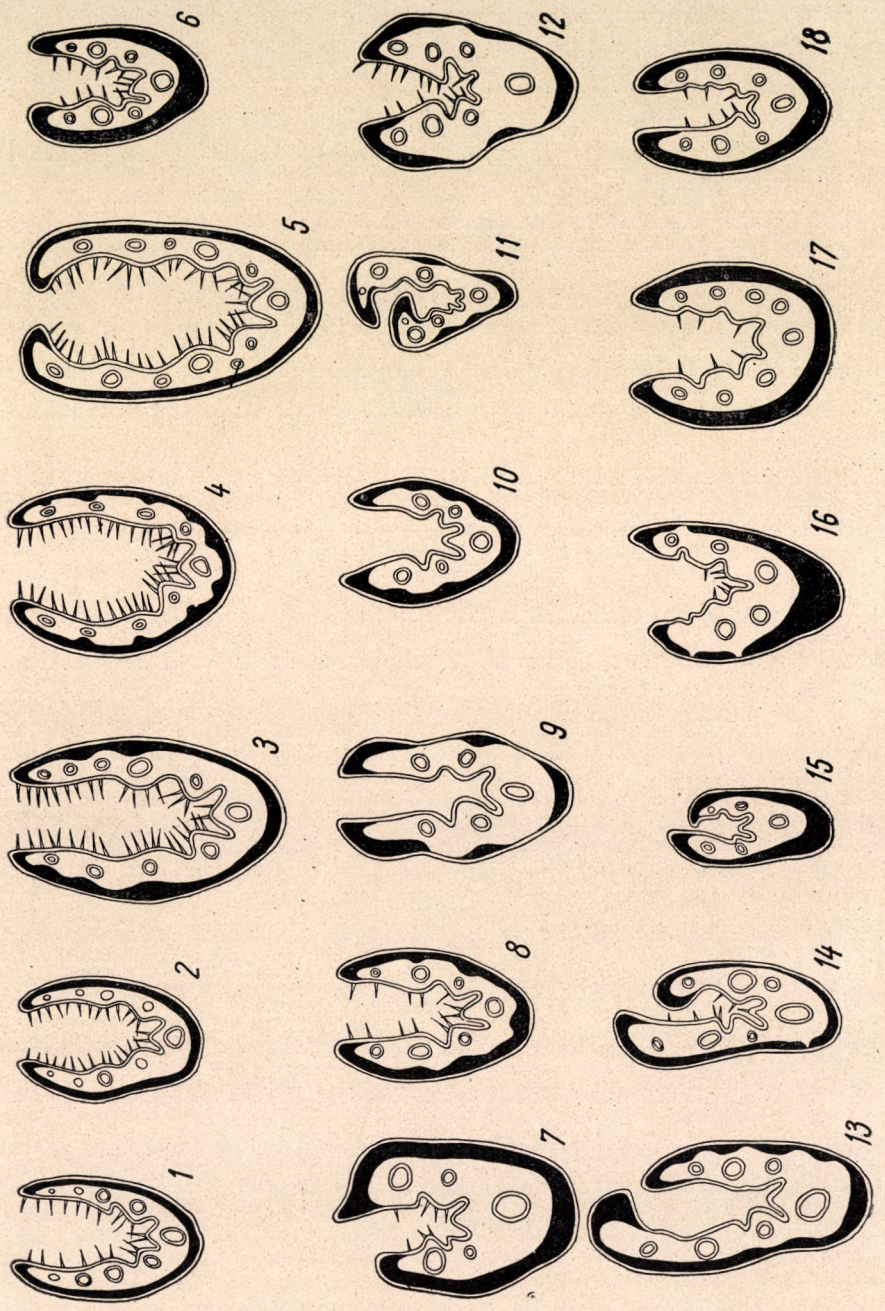


Abb. 1.

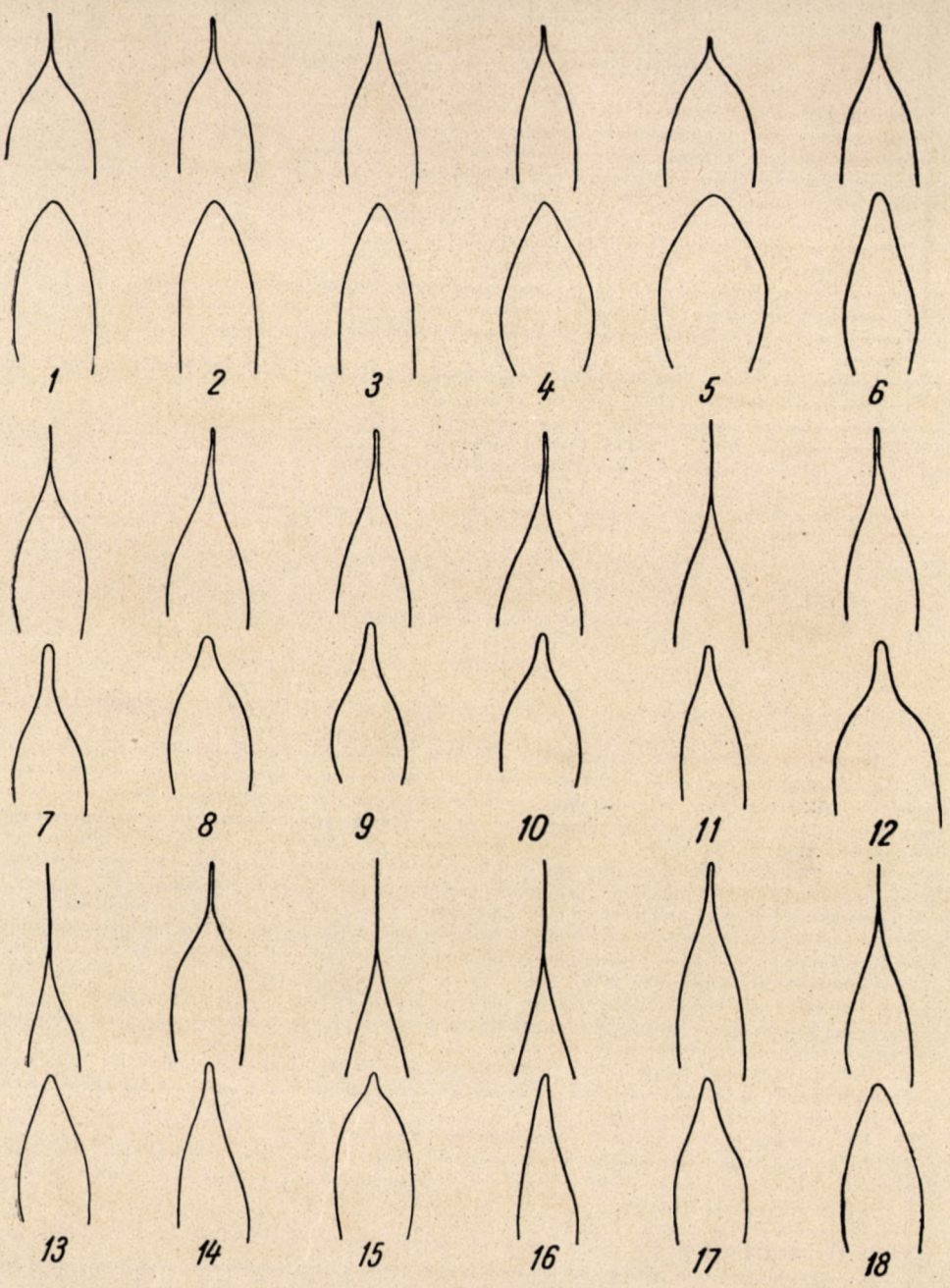


Abb. 2.

Tafel I. Blattquerschnitte. Vergrösserung :

Tafel II. Deckspelzen und obere Hüllspelzen

1. *Festuca vaginata.* Marchfeld : Kuty—Cary (Sillinger *v. dominii)*
2. *Festuca vaginata.* Transdanubien, Somogy : Kutas (Boros *v. dominii)*
3. *Festuca vaginata.* Nyirség, Debrecen : Haláp (Soó *v. mucronata)*
4. *Festuca vaginata.* Ungar. Mittelgebirge, Pilisszentiván (Filarszky—Jávorka mit ungleichem Sklerenchymring)
5. *Festuca vaginata.* Bulgarien, Dikili-tas (Soó *f. mucronata — v. dominii)*
6. *Festuca vaginata.* Grosse Tiefebene, Csepelinsel (Tauscher *var. incrassata)*
7. *Festuca stricta.* Wien : Gaisberg (Wiesbaur)
8. *Festuca stricta.* Grosse Tiefebene : Káposztásmegyer (Horánszky *v. hungarica)*
9. *Festuca stricta.* Grosse Tiefebene : Pestszentlőrinc (Pócs *v. hungarica)*
10. *Festuca stricta.* Grosse Tiefebene : Csepelinsel (Degen sub «*scabrifolia*»*)*
11. *Festuca trachyphylla.* Berlin : Grunewald (Soó)
12. *Festuca trachyphylla.* Brandenburg : Sperenberg (Zólyomi)
13. *Festuca trachyphylla.* Italien : Torino (Ferrari)
14. *Festuca polesica.* Ostpreussen : Patersort (Soó)
15. *Festuca callieri.* Krim : Sudak (Callier, originale!)
16. *Festuca callieri.* Bulgarien : Golo-Brdo bei Dimitrovo (Soó *f. ganeschini)*
17. *Festuca glauca ssp. pallens.* Ungar. Mittelgebirge, Bükk ; Örvénykő (Zólyomi)
18. *Festuca glauca ssp. pallens.* Ungar. Mittelgebirge : Pilisszentiván (Soó *f. puberula)*

ИССЛЕДОВАНИЯ FESTUCA

Р. ШОО

Р е з ю м е

При систематической разработке группы Festuca ovina можно придерживаться двух противоположных точек зрения. Согласно одной точки зрения вся группа рассматривается как один вид, и отдельные таксономические единицы причисляются к этому виду, в то время как по другой, последние обозначаются как небольшие виды бинарными названиями. Несмотря на то, что автор на основании переходов признает правильность первого взгляда, он все же снабжает отдельные таксономические единицы ввиду их геоботанического и практического значения бинарными родовыми названиями. Формы с прерванным кольцом склеренхимы или же формы с особыми пучками склеренхимы происходят по всей вероятности в качестве неотенических форм из типов с непрерывным кольцом склеренхимы. Повидимому, небольшие виды группы Festuca ovina образуются и изменяются согласно действию жизненных условий различных растительных сообществ. Проводимые в настоящее время эксперименты имеют целью подтвердить условия и способы изменений. (Например, на затенной опытной площади кольцо склеренхимы листьев F. glauca разлагается на пучки).

Автор излагает форменные круги нижеследующих видов, сообщая их описание, синонимы, разновидности и формы, а также их географическое распространение и разработанный материал гербариев.

F. vaginata W. et K. (incl. var. dominii [Krajina] Soó).

F. glauca Lam. ssp. glauca и ssp. pallens (Host.) Schwz. К последнему относится венгерская var. pannonica (Wulf.) Soó и трансильванская var. rigurosa (Schur) Soó.

F. psammophila Hackel.

F. polesica Zapal.

F. beckeri Hackel.

F. stricta Host., ее форма на Большой венгерской низменности — var. hungarica Soó.

F. trachyphylla (Hackel) Krajina.

F. duvalii (St.-Y.) Mgf.-Dbg.

F. callieri Mgf.

Виды F. vaginata (Район Сталин : Бебедзе) и F. callieri (Димитрово : горы Голо-Брдо) являются новыми для флоры Болгарии. Первый вид встречается в ассоциации F. vaginata—Lepidotrichum üchtritzianum, а последний стал известным из

ассоциации Asphodeline taurica—Onosma taurica (Шоо, 1954). Описание ассоциации см. на стр. 202 и 210).

Из вышеприведенных видов на территории СССР распространены следующие:

F. vaginata? (Галиция, Подолия, Волхиния; эти данные относятся по всей вероятности к виду F. psammophila, в то время как данные из Северной Украины относятся к виду F. polesica.)

F. glauca ssp. pallens (Закарпатская Украина, Галиция, Кавказ).

F. psammophila (Галиция).

F. polesica (Прибалтийские республики, полуостров Кола, Калининградский, Ленинградский, Калининский, Московский, Ивановский, Костромский, Горьковский, Могилевский, Смоленский, Тульский, Рязаньский, Тамбовский, Пензинский, Ульяновский, Куйбышевский, Курский, Воронежский, Саратовский, Молотовский районы, Татарская республика, Полезия, причем одна часть данных может относится к виду F. psammophila на юго-западе, а к виду F. beckeri на юго-востоке.

F. beckeri (Молдавская республика, Украина, Северный Кавказ, на востоке до Западной Сибири и Казахстана).

F. callieri (Крым, Северный Кавказ, Воронежский, Пензинский, Ульяновский, Куйбишевский, Астраханьский районы, Акмолинский округ Сибири).

На таблицах 1—2 приведены поперечные сечения названных видов и картины наружной пленки и внутренней цветочной чешуи.

В приложении 1. дается описание *А. Хорански* структуры эпидермиса F. stricta, trachyphylla и Callieri (ср. табл. 3—5).

Приложение 2. представляет собой обозрение паннонских субпонтийских песчаных фитоценозов.

Tafel I.

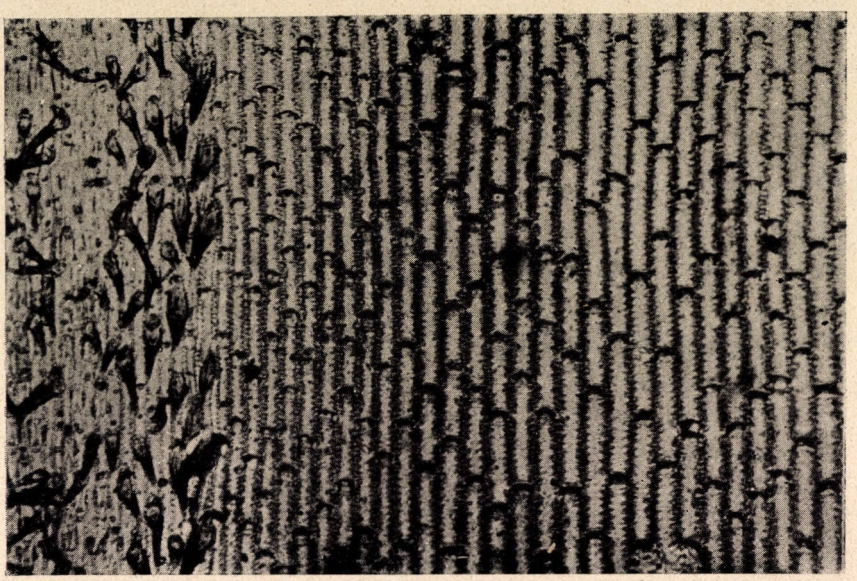


Abb. 1. Festuca stricta Host, var. hungarica Soó. Unterseite des Blattes (100 ×)

Abb. 2. Oberseite des Blattes (500 ×)

Tafel II.

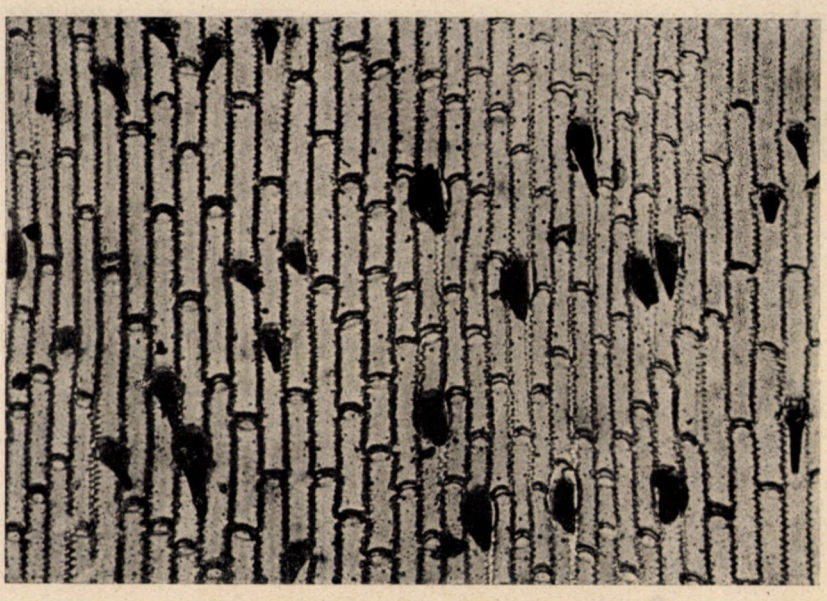


Abb. 1. Festuca stricta Host. Unterseite des Blattes (100 ×)

Abb. 2. Oberseite des Blattes (500 ×)

Tafel III.

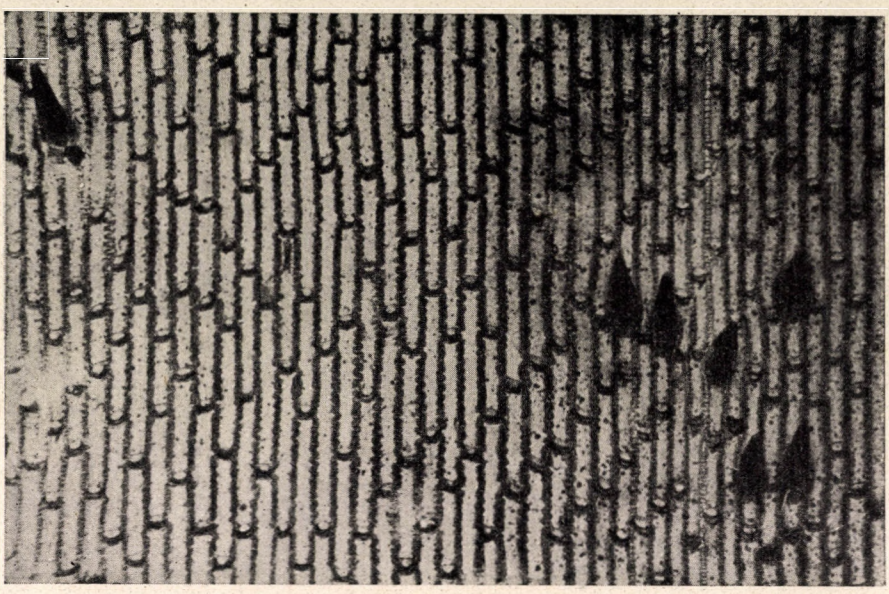


Abb. 1. Festuca trachyphylla (Hack.) Krajina, Unterseite des Blattes (100 ×)

Abb. 2. Oberseite des Blattes (500 ×)

Tafel IV.

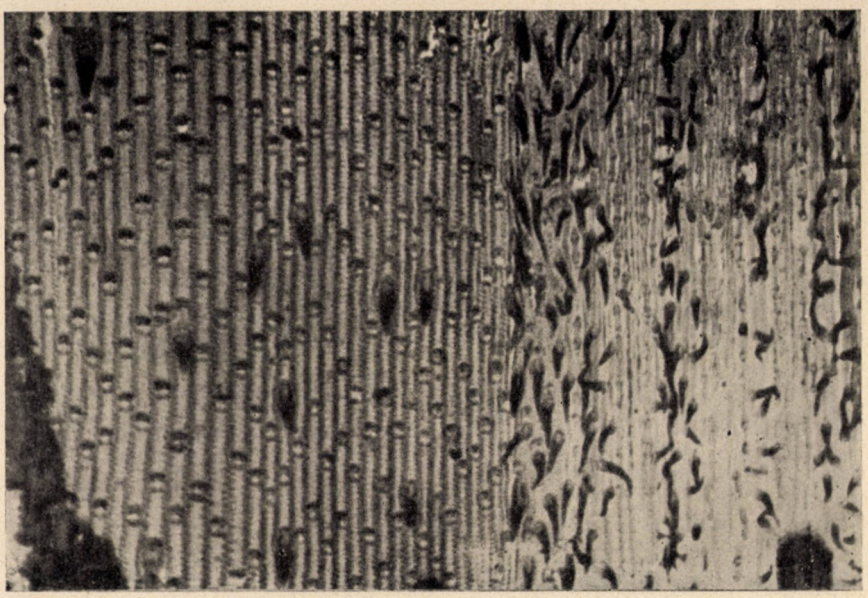


Abb. 1. Festuca callieri (Hack.) Markgraf (Krim). Unterseite des Blattes (100 ×)

Abb. 2. Oberseite des Blattes (500 ×)

Tafel V.

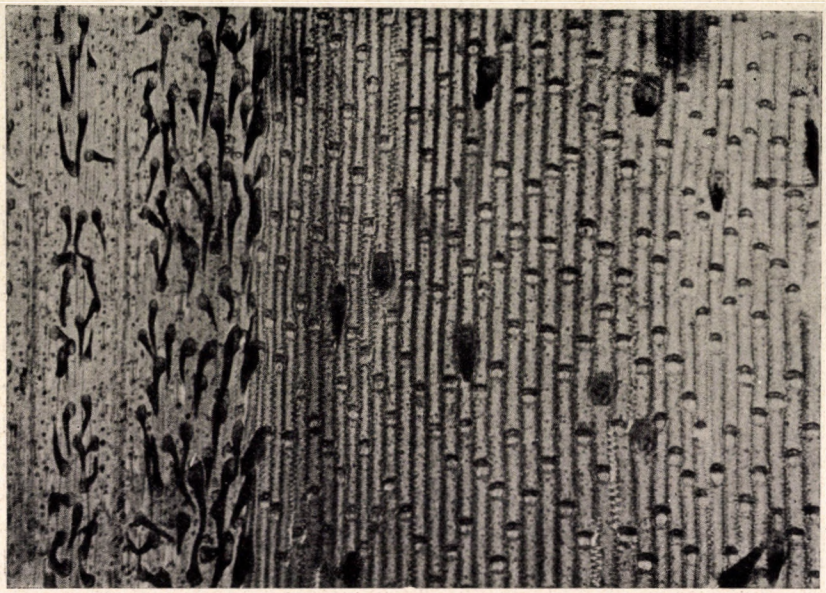


Abb. 1. Festuca callieri (Hack.) Markgraf (Bulgarien). Unterseite des Blattes (100 ×)

Abb. 2. Oberseite des Blattes (500 ×)

A kiadásért felel az Akadémiai Kiadó igazgatója Műszaki felelős: Farkas Sándor

A kézirat beérkezett: 1955. X. 14. — Terjedelem: 19¼ (A/5) ív, 87 ábra (5 szines), 6 melléklet (2 szines)

Akadémiai nyomda, V., Gerlóczy-u. 2. — 37663/55 — Felelős vezető: ifj. Puskás Ferenc

Les Acta Botanica paraissent en russe, français, anglais et allemand et publient des travaux du domaine des sciences botaniques.

Les Acta Botanica sont publiés sous forme de fascicules qui seront réunis en un volume.

On est prié d'envoyer les manuscrits destinés à la rédaction et écrits à la machine à l'adresse suivante :

Acta Botanica, Budapest 62, Postafiók 440.

Toute correspondance doit être envoyée à cette même adresse.

Le prix de l'abonnement est de 110 forints par volume.

On peut s'abonner à l'Entrepise du Commerce Extérieur de Livres et Journaux »Kultúra« (Budapest, VI., Sztálin út 21. Compte-courant No. 43-790-057-181) ou à l'étranger chez tous les représentants ou dépositaires.

The Acta Botanica publish papers on botanical subjects, in Russian, French, English and German.

The Acta Botanica appear in parts of varying size, making up one volume.

Manuscripts should by typed and adressed to

Acta Botanica, Budapest 62, Postafiók 440.

Correspondence with the editors and publishers should be sent to the same address.

The rate of subscription to the Acta Botanica is 110 forint a volume. Orders may be placed with »Kultúra« Foreign Trade Company for Books and Newspapers (Budapest, VI., Sztálin út 21. Account No. 43-790-057-181) or with representatives abroad.

Die Acta Botanica veröffentlichen Abhandlungen aus dem Bereiche der botanischen Wissenschaft in russischer, französischer, englischer und deutscher Sprache.

Die Acta Botanica erscheinen in Heften wechselnden Umfanges. Mehrere Hefte bilden einen Band.

Die zur Veröffentlichung bestimmten Manuskripte sind, mit Maschine geschrieben, an die folgende Adresse zu senden :

Acta Botanica, Budapest 62, Postafiók 440

An die gleiche Anschrift ist auch jede für die Schriftleitung und den Verlag bestimmte Korrespondenz zu richten.

Abonnementspreis pro Band 110 Forint. Bestellbar bei dem Buch- und Zeitungs-Aussenhandels-Unternehmen »Kultúra« (Budapest, VI., Sztálin út 21. Bankkonto Nr.: 43-790-057-181) oder bei seinen Auslandsvertretungen und Kommissionären.

INDEX

Claus, G.: Algae and their Mode of Life in the Baradla Cave at Aggtelek — *Дь. Клаус:* О флоре водорослей пещеры Барадла в Аггтелек 1

Görgényi-Mészáros, J.: Die Gewebeentwicklung und Wurzelbildung des plagiotropen Sprosses von *Cotinus coggyria* Scop. — *Й. Гёргеньи-Мезарош:* Гистогенез плагиотропных побегов скумпия (Cotinus Coggyria Scop.) и способ их укоренения 27

Győrffy, B.—Rédei, Gy.—Mme *Rédei, Gy.:* La substance de Croissance du maïs laiteux — *Б. Дьёрффи—Г. Редеине—Г. Редеи:* Фактор роста молочной кукурузы 57

Hortobágyi, T.: Zwei Bodenblüten auf der Grossen Ungarischen Tiefebene — *Т. Хортобадьи:* Два случая цветения почвы на Большой Венгерской низменности 77

Hortobágyi, T.: The Autumnal Mass Death of Fish in the Pond of Fehértó near Szeged and the Phytocoenosis of the Pond — *Т. Хортобадьи:* Осенний замор рыбы в рыбоводном пруде № X озера Фехерто около г. Сегед и фитоценоз пруда 83

Jakucs, P.: Geobotanische Untersuchungen und die Karstaufforstung in Nordungarn — *П. Якуч:* Фитоценологические исследования и облесение карста в северной Венгрии 89

Kovács, M.: Die zönologischen und ökologischen Verhältnisse von *Cladietum marisci* in der Gegend des Balaton-Sees — *М. Ковач:* Ценологические и экологические условия Cladietum marisci в окрестности озера Балатон 133

Potapov, N. G.—Cseh, E.: Die Gesetzmässigkeiten der Blutung und der Stickstoffumwandlung in der Wurzel — *Н. Г. Потапов, Э. Чех:* Закономерности плача и превращение азота в корневой системе 147

Potapov, N. G.—Dévay, M.: Physiologische Unterschiede zwischen den Wurzeln von Leguminosen und Nichtleguminosen — *Н. Г. Потапов—М. Девай:* Физиологические разницы между корнями бобовых и небобовых растений 159

Potapov, N. G.—Molnár-Keresztes, I.: Phosphorformen im Blutungssaft der Kulturpflanzen — *Н. Г. Потапов, И. Мольнар-Керестеш:* Фосфорные формы в пасоке культурных растений 171

Rédei, G.—Mrs. *Rédei, G.:* Rearing Wheat Ovaries in vitro — *Г. Редеи* и *Г. Редеи:* Разведение in vitro хлебных маточников 183

Soó, R.: Festuca Studien — *Р. Шоо:* Исследования Festuca 187

A kiadásért felelős az Akadémiai Kiadó igazgatója

37663/55 — Akadémiai Nyomda — Felelős vezető: ifj. Puskás Ferenc

ACTA BOTANICA

ACADEMIAE SCIENTIARUM HUNGARICAE

ADIUVANTIBUS
B. GYŐRFFY, S. JÁVORKA, J. MÁTHÉ, G. UBRIZSY, B. ZÓLYOMI

REDIGIT
R. SOÓ

TOMUS II FASCICULI 3—4

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
BUDAPEST 1956

ACTA BOTANICA

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA BOTANIKAI KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTŐSÉG ÉS KIADÓHIVATAL: BUDAPEST, V., ALKOTMÁNY U. 21

Az *Acta Botanica* orosz, francia, német és angol nyelven közöl értekezéseket a botanika tárgyköréből.

Az *Acta Botanica* változó terjedelmű füzetekben jelenik meg, több füzet alkot évenként egy kötetet.

A közlésre szánt kéziratok, géppel írva, a következő címre küldendők:

Acta Botanica, Budapest, 62. Postafiók 440.

Ugyanerre a címre küldendő minden szerkesztőségi és kiadóhivatali levelezés.

Az *Acta Botanica* előfizetési ára kötetenként belföldre 80 forint, külföldre 110 forint. Megrendelhető a belföld számára az „Akadémiai Kiadó"-nál (Budapest, V., Alkotmány utca 21. Bankszámla 05-915-111-44), a külföld számára pedig a „Kultúra" Könyv- és Hírlap-Külkereskedelmi Vállalatnál (Budapest, VI., Sztálin út 12. Bankszámla: 43-790-057-181), vagy külföldi képviseleteinél és bizományosainál.

«*Acta Botanica*» публикует трактаты из области ботаники на русском, французском, английском и немецком языках.

«*Acta Botanica*» выходит отдельными выпусками разного объема. Несколько выпусков составляют один том.

Предназначенные для публикации авторские рукописи (в напечатанном на машинке виде) следует направлять по адресу:

Acta Botanica, Budapest, 62. Postafiók 440.

По этому же адресу направлять всякую корреспонденцию для редакции и администрации.

Подписная цена «*Acta Botanica*» — 110 форинтов за том. Заказы принимает предприятие по внешней торговле книг и газет «Kultura» (Budapest, VI., Sztálin út 21. Текущий счет № 43-790-057-181), или его заграничные представительства и уполномоченные.

LES ÉTAPES ET LES CONDITIONS BIOLOGIQUES DE L'ÉVOLUTION DE LA FLORE TERTIAIRE EN HONGRIE

Par

G. ANDREÁNSZKY

(Reçu le 6. 2. 1956)

La botanique moderne ne considère plus l'espèce comme une unité taxonomique seulement, développé au cours d'une phylogénie, mais aussi comme un élément jouant un rôle déterminé dans les groupements végétaux. Aussi ces groupements ne sont plus considérés comme des rassemblements par hasard des plantes, mais caractérisés essentiellement par une composition déterminée et relativement constante dans les limites d'une aire donnée. De cette façon, la flore constituée d'unités taxonomiques sa transforme, dans cette perspective, en une végétation d'unités dynamiques.

La discipline, qui est appelée à éclaircir le développement phylogénétique des plantes dans le passé, est la paléobotanique. Elle est aussi la seule discipline à fournir des données probantes pour établir le passé des groupements. Dans cet ordre d'idées, les tâches de la paléobotanique sont bien graves. Les événements du passé ne peuvent être directement observés. Les observations sont forcément limitées à l'étude d'une quantité de fossiles plus ou moins bien conservés qui ne nous permettent que de jeter des coups d'œil momentanés dans le passé de la végétation. Les expériences pour vérifier les observations y sont exclus à jamais. La paléobotanique ayant affaire à des objets morts, n'entreprend que dans ces temps derniers de faire ressusciter pour ainsi dire ces fossiles dans l'imagination et de les placer au milieu physique et dans la lutte perpétuelle pour l'existence.

Tout comme une espèce végétale n'acquiert que par la phylogénie les caractères indispensables à n'être pas supprimée par ses voisins, aussi les groupements végétaux ont leur phylogénie speciale. Tout d'abord leurs membres, les espèces, doivent se développer d'une manière qu'elles soient munies de toutes les qualités correspondantes au milieu physique. Puis elles s'adaptent au milieu vivant et il se développe une harmonie parfaite entre les membres du groupement entier. C'est à ces questions que j'ai l'intention de fournir des points d'appui sur la base de la flore tertiaire de Hongrie.

Notre première tâche est d'établir en général nos idées concernant le développement d'une nouvelle flore dans un pays donné. Le premier pas est l'apparition des espèces ne figurant pas auparavant dans le pays en question. Tout

d'abord les types fondamentaux doivent se développer pour donner ensuite naissance à des types particuliers, les derniers étant en équilibre parfait avec le milieu. La première étape du développement d'une flore est ainsi l'apparition d'essences munies de nouvelles qualités dans le domaine de la flore. Une telle espèce peut se former dans la zone même de la flore en question ou y peut immigrer. Cette étape comprend ainsi la formation des espèces et l'immigration, c'est-à-dire la formation de l'aire des espèces.

Le deuxième pas est la formation du milieu vivant, la familiarisation des espèces d'une écologie conforme et la disparition des espèces d'une écologie différente ; enfin la composition spécifique du groupement devient fixée. Cette deuxième étape peut être dénommée spécialisation. C'est aussi une évolution des espèces participant au milieu vivant, mais cette évolution ne se montre plus, ou seulement très faiblement dans leur morphologie, mais bien plus nettement dans leurs caractères écologiques et cénologiques. Les exigences quant au milieu physique, étant d'abord indécises, deviennent décisives et l'espèce est liée dès lors à un habitat plus ou moins ample dans ses facteurs, mais toujours strictement déterminé. Ainsi les groupements composés d'abord de plantes à exigences diverses ou imprécises, deviennent des associations d'espèces plus ou moins fidèles à l'association. La flore entière se divise suivant le milieu physique local en associations d'une composition spécifique plus ou moins constante.

La troisième étape dans l'évolution des flores d'un pays est le déplacement, c'est-à-dire la formation de l'aire géographique de la flore spécialisée et de ses composants, les associations. Ceci se fait entièrement selon les changements du milieu, en premier plan du climat. Il y a des espèces changeant leur aire géographique indépendemment des associations. Ce sont les plantes migratoires. Elles ne sont nullement des membres organisés des groupements.

I. La formation des espèces

La macroévolution des plantes, c'est-à-dire l'évolution des types fondamentaux n'était plus active pendant le Tertiaire. La microévolution, produisant les espèces, donnait, au contraire, naissance à un grand nombre et une variété bien considérable des espèces.

Ayant en vue de suivre cette étape de l'évolution des flores tertiaires non seulement en sens théorique, mais aussi sur la base des fossiles, nous avons à remarquer que la plupart de nos restes tertiaires proviennent des plantes ligneuses et ainsi nos études se limiteront presque exclusivement aux forêts, et c'est la strate arborescente qui fera l'objet principal de nos études.

Parmi les plantes supérieures nous n'avons à nous occuper que des Fougères, des Conifères et des Angiospermes. Nous ne connaissons pas des fossiles des Cycadées provenant des couches tertiaires de la Hongrie. Les Ginkgoinées sont réduites à une seule espèce. Les fossiles des Gnétinées sont problématiques.

Les Fougères ne produisaient sur notre territoire, disons en Europe centrale, qu'une quantité restreinte d'espèces au cours du Tertiaire. Nos flores tertiaires sont beaucoup plus pauvres en Fougères que les flores tropicales actuelles. Ainsi l'on doit considérer la formation du gros des espèces existantes dans leur domaine tropical actuel. Un partie de nos Fougères tertiaires sont des espèces anciennes, appartenant à des genres monotypiques (p. e. *Acrostichum aureum* L.). Malheureusement nos connaissances relatives à l'histoire des Fougères tertiaires sont très lacuneuses. Pendant que les Fougères des marais et de la strate herbacée des forêts sont relativement bien représentées parmi les fossiles, les Fougères saxicoles ne nous ont laissé aucun vestige.

Nous nous pouvons un peu mieux approcher de la question des Cyathées (Fougères arborescentes). Des troncs fossiles y appartenant ont été trouvés jusqu'au Crétacé inférieur. Un tel tronc est la *Protopteris* de Lábatlan (Hongrie occidentale). Ce type peut être placé parmi les Cyathéacées. Nous ne connaissons en ce moment aucun fossile tertiaire de ce groupe. Les Cyathées étant actuellement très répandues sous les tropiques, de plus, étant par endroits des essences dominantes de groupements, elles ne peuvent pas être considérées comme un type écologique décadent. L'absence des Cyathées de notre Tertiaire peut être expliquée par la supposition qu'au cours du Tertiaire, sur notre territoire, n'existaient nulle part — ou seulment sur des surfaces très limitées — des conditions favorables (atmosphère excessivement humide, température très égale) dans lesquelles les Fougères arborescentes auraient été favorisées par comparaison avec autres types biologiques de la même taille. Ailleurs elles ont été supprimées par les Angiospermes. Le lieu d'évolution des Cyathées ne peut par conséquent être nullement supposé dans la zone tempérée septentrionale pendant le Tertiaire.

Sur notre territoire, au cours du Tertiaire, la distribution des espèces de Fougères était sporadique. Des couches de Kiseged près de Eger et de Budaújlak près de Budapest, oligocène inférieur les unes et les autres, on connaît 15 espèces de Fougères dont trois seulement sont communes à toutes les deux localités. Des 10 espèces de Conifères des mêmes localités, 9 sont cependant communes.

Étudiant les Fougères non selon leur évolution mais selon leur migration, nous ne pouvons que constater qu'aussi leur migration était peu étendue.

Les Conifères, non plus, ne produisaient une évolution considérable pendant le Tertiaire. Des espèces nouvelles ne se montrent que sporadiquement. Après avoir joué un rôle très important pendant le Crétacé, leur nombre se réduisit fortement au début de l'Éocène. Elles cédaient leur place aux Angiospermes. À l'Oligocène inférieur, elles font une partie non négligeable du matériel fossile, mais cette importance relative ne se réfère qu'à leurs individus et non au nombre des espèces. Ce dernier reste réduit. Il est vrai que l'analyse pollinique et aussi l'étude des macrofossiles de certaines couches plus jeunes, spécialement celles du Pliocène, ont fourni les preuves de l'existence d'un assez grand nombre de genres ; mais ces derniers ne comprennent que peu d'espèces. Par

conséquent nous ne pouvons pas parler d'une évolution d'espèces, d'autant moins que ces genres, dont les restes se trouvent dans les couches plus récentes, doivent leur présence dans notre pays à une immigration.

Pendant le Tertiaire, seulement la famille des Taxodiacées, le genre *Libocedrus* et quelques espèces du genre *Pinus* étaient répandus et se trouvaient en masse parmi les Conifères. Toutes ces essences, quoique existant dès l'Éocène, ne sont nullement des espèces mégathermes. La famille des Taxodiacées ne produisait aucune forme nouvelle. Le genre *Libocedrus* était représenté, d'après nos connaissances, probablement dans toutes les couches par une seule espèce, mais dans les couches suivantes probablement par des espèces différentes, malgré leur morphologie très ressemblante. Le développement du genre *Pinus* était semblable. Mais là l'échange des espèces est bien observable en état fossile. Le genre est au début représenté par des espèces à trois ou cinq feuilles. Les espèces à deux feuilles sont plus tardives.

Les forêts aciculaires atteignent actuellement leur plus grande étendue sous un climat extrême. Le gros des espèces est pourtant attaché à un climat océanique. Ainsi les extrêmes climatiques n'étaient pas favorables à la naissance de nouvelles espèces. Aussi les espèces munies de canaux résineux (p. e. *Pinus pinaster*) sont en partie limitées à un climat océanique quoi que la richesse en résine rende les végétaux capable à tolérer les extrêmes. Aussi les espèces fortement xérophiles sont souvent liées à une température égale (p. e. *Tetraclinis*). Au cours du Tertiaire les Conifères, actuellement à une écologie différente, coexistaient sous le même climat, conformément à leurs exigences indéterminées d'alors. Une partie d'elles s'est adaptée aux climats extrêmes, leur plus grande partie est devenue sténotherme ne supportant pas les extrêmes de la température. Ces dernières ont quitté notre flore dans les époques plus récentes. Ceux qui supportent un climat extrêmement continental, doivent leur grande dissémination au fait que dans un pareil milieu, elles sont en supériorité sur les Angiospermes.

Les restes des Conifères sont dans beaucoup de flores fossiles relativement bien nombreux. Les forêts aciculaires ou les forêts mixtes, où les Conifères jouaient un rôle important, étaient ainsi bien étendues. Les espèces se répétant dans les localités individuelles, leur nombre devait être réellement et non seulement apparemmant réduit. Aussi de nos jours, dans des régions subtropicales à un climat océanique et sur un terrain à fort relief, où le nombre des Angiospermes est énorme, les Conifères ne sont représentés qu'en nombre limité. Au Japon et en Californie où les Conifères montrent leur plus grande variabilité, le nombre total des espèces par pays ne surpasse pas la cinquantaine. Dans un seul groupement leur nombre est bien inférieur, de même s'il s'agit d'une forêt purement aciculaire. Les Conifères sont pollinisés par le vent, ils croissent toujours dans des grands peuplements. Ils n'avaient que peu de chances pour produire de nouvelles espèces.

Ces considérations pouvaient nous convaincre que ni les Fougères, ni les Conifères n'ont que faiblement participé à la première étape de l'évolution de la flore tertiaire.

Les Angiospermes sont représentés au cours de tout le Tertiaire par un nombre d'espèces incessemment renouvelées. De nouveaux genres se présentent également. L'immigration était pareillement forte. L'apparition de nouvelles espèces par évolution et par immigration, et la disparition d'autres, sont les événements principaux dans l'histoire de la flore tertiaire. Si nous attribuons ce phénomène en premier lieu aux changements du climat, nous pouvons préciser cette histoire, en quelques mots, comme suit : les essences mégathermes viennent graduellement être remplacées par celles dont les exigences sont quant à la température, plus modérées. Les premières sont appelées généralement des essences tropicales, les dernières arctotertiaires.

En attendant, nous avons à élucider la question de savoir si c'est juste de rapporter l'expression „arctotertiaire" à la totalité des espèces figurant dans la flore holarctique actuelle. L'expression „arctotertiaire" signifie que ces éléments, c'est-à-dire leurs ancêtres ont pris naissance dans la région arctique pendant le Tertiaire.

Toutefois les Conifères de la zone tempérée et de la zone subtropicale de l'hémisphère nord ne peuvent pas être considérés comme arctotertiaires. Leurs ancêtres ou eux-mêmes ont été répandus dès le début du Tertiaire, en partie déjà pendant le Crétacé sous les latitudes plus méridionales. Leur origine ne peut être cherchée, par conséquent, dans l'Arctique. Le berceau des familles tropicales des Conifères, ainsi des Araucariacées et des Podocarpacées était situé probablement sur l'hémisphère sud. Mais parmi les Conifères nous ne pouvons non plus faire une distinction entre des types nettement néotropiques et paléotropiques.

Quant aux Angiospermes, nous devons d'abord établir les conditions de leur origine ou au moins nous approcher de celles-ci. La première question est s'ils sont monophylétiques, oui ou non. Beaucoup plus d'arguments peuvent être rapportés pour que contre cette supposition. Nous n'avons pas l'intention de discuter cette question sur la base de la morphologie, mais seulement sur celle de leur répartition. Si les Angiospermes étaient polyphylétiques, leur origine devrait être probablement polytope. Dans ce dernier cas une différence devrait se manifester entre la distribution des descendants des diverses souches. Une descendance à part serait, selon les adhérents de la descendance polyphylétique, celle des Monocotylédones. Or, c'est impossible d'apercevoir une notable différence entre la distribution des Monocotylédones et celle des Dicotylédones. Presque partout la première classe est en proportion de 1 à 3 avec la dernière, même à la Terre de François-Joseph. Si nous considérons les Palmiers comme dérivés à part, nous devrions remarquer une différence entre leur distribution et celle des autres Monocotylédones arborescentes. La distribution du genre *Casuarina* figurant comme un type d'une origine toute différente, ne diffère

guère de la distribution d'un nombre de genres tropicaux dérivés. Les qualités particulières de la *Casuarina*, considérée récemment comme un type dérivé, peuvent être facilement interprétées, et il n'est pas nécessaire de supposer que son origine soit différente de celle des autres Angiospermes.

Pour ne pas nous écarter des règles que nous impose la logique, on est réduit à considérer les Angiospermes comme étant monophylétiques. Leur développement devait être forcément aussi monotope. Si le centre d'évolution des premiers Angiospermes s'est trouvé sur un territoire de dénudation et si les couches renfermant leurs fossiles ont été postérieurement enlevées, il est facile à expliquer qu'on ne trouve pas des fossiles de la première phase de l'évolution des Angiospermes. C'est seulement plus tard, quand les Angiospermes se sont bien multipliées et écartées du centre de leur évolution primitive, qu'ils ont laissé des fossiles en nombre suffisant.

Le climat du centre d'évolution des Angiospermes devait être aride. Les Angiospermes sont au point de vue de l'hydratation bien supérieures aux Fougères et aux Gymnospermes. Ainsi, il n'est pas improbable que l'évolution des Angiospermes ait lieu pendant l'accroissement de l'aridité qui suivait la période humide du Carbonifère, c'est-à-dire au Permien ou au début du Triassique. Quelques investigateurs placent le centre d'évolution aux hautes montagnes tropicales.

Si nous négligeons le fossile problématique nommé *Furcula granulifera*, tous les vestiges des Angiospermes précrétacées se réfèrent à des familles encore vivantes. D'après la statistique paléobotanique, le nombre des familles dicotylédones s'est fortement multiplié au cours du Crétacé. Afin d'aborder la question de l'origine des flores holarctique et tropicale, nous avons à établir les conditions écologiques des Angiospermes du Crétacé.

Les feuilles des Angiospermes du Crétacé inférieur ont été en général petites. Ce fait est en accord avec l'hypothèse que les Angiospermes se sont développées dans un milieu aride. L'apparition des Angiospermes à feuilles de dimensions plus considérables au cours du Crétacé supérieur, peut être considérée comme le résultat du perfectionnement du système conducteur. L'agrandissement de la surface d'assimilation aidait les Angiospermes à élargir leur domaine et gagner du terrain devant les autres plantes sous un climat plus humide.

Toutes ces données ne sont pourtant pas suffisantes à établir la distribution régionale des Angiospermes crétacées. Ces dernières montrent une distribution qui n'est ni tropicale ni extratropicale. Par leur parenté avec les espèces vivantes ils se partagent entre les régions tropicales et les régions tempérées. En ce qui concerne la distribution géographique de leurs parents, les derniers se trouvent disséminés sur le globe entier, même à l'hémisphère sud. Aussi aux endroits où une flore nettement tropicale se développait au début du Tertiaire, une flore mixte régnait au cours du Crétacé.

En Hongrie, nous ne disposons malheureusement que d'un nombre réduit

de restes crétacés. Ainsi nous nous sommes avisé de nous servir des données de l'extérieur. Aussi nos connaissances de la flore éocène sont bien incomplètes. La flore éocène de l'Europe occidentale montre une grande prépondérance des éléments paléotropicaux. Si les statistiques établies sont justes, les essences tempérées ont presque absolument disparu.

Nos flores de l'Oligocène inférieur contiennent derechef une quantité d'espèces de la région tempérée et surtout de la région subtropicale. Parmi ces dernières on y trouve aussi des éléments de l'hémisphère sud. (*Cunonia* cfr. *capensis* L., *Ceratopetalum* cfr. *apetalum* Don, etc.) En guise d'explication on doit mentionner, que les plantes non tropicales représentées dans la flore oligocène inférieure d'un aspect nettement tropical étaient des types très répandus et à une écologie très ample. Elles se sont successivement adaptées au climat subtropical ou tempéré, respectivement. Ceci aussi semble confirmer l'interprétation déjà établie, à savoir que les éléments considérés comme arctotertaires ne sont pas toujours d'une origine arctique.

Puis il n'est pas improbable que certaines espèces microthermes se soient adaptées aux températures basses en séjournant aux régions arctiques. Le genre *Cercidiphyllum*, à l'apparence nettement arctotertiaire, était représenté pendant le Crétacé aux latitudes plus basses. Au début du Tertiaire le *C. crenatum* Ung.) Brown, considéré comme forme ancestrale du *C. japonicum* Sieb. et Zucc. de nos jours, était répandu en Alaska aussi, c'est-à-dire dans un des pays arctiques. Chez nous ce type était fréquent pendant le Miocène supérieur et y deumeurait jusqu'au Pliocène. On peut s'imaginer que ce type, d'abord d'une écologie indéfinie, retournait de l'Arctique comme une espèce microtherme.

D'autre part, il y a sans doute des genres nettement arctotertiaires apparaissant pendant le Tertiaire aux régions arctiques. Un tel genre est l'*Acer*.

La flore dite „arctotertiaire" se compose par conséquent d'éléments différents. Il y en a qui étaient viables dans le passé dans un milieu tropical ; il y en a qui existaient déjà pendant le Crétacé et dont l'écologie est due aux hautes latitudes ; puis des éléments arctotertiaires proprement dits.

La situation est probablement analogue concernant les flores néotropique et paléotropique.

Les exigences de beaucoup d'Angiospermes envers le milieu physique sont au début de notre Tertiaire encore indéterminées. Nos flores de l'Oligocène inférieur rélativement riches, comme celles de Kiseged près de Eger et de Budaújlak, près de la capitale hongroise, et dont le climat était tropical, comprennent sans doute des essences déjà différenciées comme tropicales (*Cinnamomum*, *Litsea*, *Ficus*, *Mimusops*, *Malpighiaceae*, *Sterculiaceae*, *Pterospermum*, *Zizyphus*, *Elaeodendron*, *Tetraphyllum*, etc.). Mais ces types coexistaient avec des espèces dont la parenté plus proche se trouve actuellement aux régions subtropicales. (p. e. *Cunonia*, *Callicoma*, *Ceratopetalum*, *Hydrangea*, *Abelia*, etc.), même si leur genre comprend aussi des espèces tropicales. Mais les exigences actuelles de ces

types ne sont pas aussi éloignées du milieu tropical que leur existence dans un milieu tropical pendant l'Oligocène ne pourrait pas être facilement imaginée.

L'occurrence des espèces attachées à des types récents des régions tempérées parmi les espèces de l'Oligocène inférieur est plus difficile à interpréter. Quelques espèces appartiennent à des genres d'ailleurs tropicaux (p. e. *Myrica-Comptonia*), mais les autres à des genres évitant actuellement entièrement les températures élevées.

Dans la famille des Fagacées se présentait pendant cette époque une évolution en sens écologique, liée à la différentiation des genres. Le *Fagus* ne figurait pas encore dans notre flore. Il existait au contraire les genres *Castanea*, *Castanopsis*, *Pasania* et *Quercus*, de plus un type représenté par une grande variété de feuilles fossiles, ne pouvant être classées dans les genres vivants. C'est le *Dryophyllum*. Les feuilles des espèces tropicales récentes ont généralement une marge entière. Les feuilles des Fagacées de l'Oligocène inférieur sont en plus grande partie dentées. La grande variété de ces feuilles nous laisse conclure à une évolution d'espèces vive pendant ces temps dans la famille des Fagacées. Cette variété a pris fin durant l'Oligocène même.

Les deux flores mentionnées ci-dessus ne nous présentent pas un nombre élevé des types, malgré leur richesse de formes dans quelques genres. Seuls les genres *Dryophyllum*, *Elaeodendron*, *Litsea*, *Myrica*, *Ficus* et quelques-uns de plus comprennent plusieurs espèces, les autres sont pour la plupart oligotypiques. Si nous comparons ces flores aux flores actuelles de quelques régions tropicales où ne se trouve pas une telle variété des types biologiques, le nombre des espèces fossiles de ces deux flores se montre rélativement réduit. Ce fait ne peut être motivé par la circonstance que les flores fossiles ne comprennent qu'une fraction de la flore contemporaine entière. Car, si nous faisons une comparaison entre nos flores sarmatiennes et les flores actuelles (sauf celles de l'Europe ou l'époque glaciaire a décimé la flore) des habitats analogues, nous ne voyons pas une différence essentielle dans le nombre des espèces arborescentes. La pauvreté relative des flores de l'Oligocène inférieur peut vraisemblement être expliquée par des conditions moins favorables à la formation des espèces nouvelles que celles qui règnent actuellement dans les endroits tropicaux. Ici, de nos jours, la spécialisation, l'objet de nos discussions suivantes, se manifeste seulement dans la familiarisation des espèces avec le milieu vivant, sans un appauvrissement quelquonque. Ce n'est que dans quelques groupements, comme les forêts des Cyathées et les forêts de Bambous qu'on trouve un nombre très réduit d'espèces arborescentes. Ces groupements sont constitués de types croissant dans de grands peuplements et ne produisant par conséquent que peu de nouvelles espèces. Les autres forêts tropicales se composent principalement d'arbres à pollinisation par les insectes, généralement clairsemés et ainsi la formation des nouvelles espèces a de bonnes chances par l'isolement fréquent.

Une des causes de la pauvreté relative des flores de l'Oligocène inférieur

est problement le fait que les essences anémophiles faisaient un assez grand pourcentage de la flore entière.

Les flores de l'Oligocène supérieur sont aussi riches en espèces que celles de l'Oligocène inférieur. L'envahissement des essences forestières des régions extratropicales est encore médiocre. La plus grande variété se présente parmi les Lauracées et dans le genre *Myrica-Comptonia*. Ce genre dernier est amentacé. Mais était-il aussi anémophile? Nous connaissons bien des Amentacées récents pollinisées par les insectes (*Salix*, *Castanea*, etc.)

Dans les forêts de l'Oligocène supérieur la lutte pour l'existence n'a pas encore élevé au premier rang une essence particulière, pas même un type écologique. L'évolution la plus vive se manifeste dans le type des Lauriers. Le milieu physique était pour ce type le plus favorable. La grande variabilité dans le genre *Ficus* est terminée.

Le caractère de la flore changeait selon le caractère du climat. Par l'avencement de l'aridité, les Palmes et les Conifères se multipliaient au dépens des Dicotylédones. L'abaissement de la température nous amenait le genre *Acer* et multipliait le genre *Ulmus*. L'Érable était introduit du nord ou du nord-ouest, les espèces de l'Orme se développaient de leurs ancêtres sur les mêmes lieux. Ainsi la formation des espèces ne se produisit plus dans les genres tropicaux, mais parmi les types subtropicaux et tempérés. Les conditions de cette évolution assez vive étaient assurées par l'isolement très fréquent. Dans cette époque le pays, découpé par des bras de mer, à un relief fort, a subi des changements climatiques réitérés.

C'est durant le Miocène que des éléments particuliers prennent le dessus dans la flore. La forêt reste pour quelque temps riche en espèces, mais parmi elles quelques-unes seulement sont représentées par un grand nombre d'empreintes. À Magyaregregy p. e. les *Myrica*, les *Cinnamomum* et *Glyptostrobus europaeus* (Brngt.) Heer se trouvent en masse. Il est probable que l'immigration était forte et l'évolution locale faible. Cette observation se réfère de même aux flores de Magyaregregy et de Eger-Tihamér, la première du Helvétien inférieur, la deuxième du Helvétien moyen. L'immigration venait du côté nord ou nord-ouest et nous amenait des types subtropicaux et tempérés.

De l'étage plus récent du Miocène moyen, du Tortonien, nous ne disposons en ce moment que d'une quantité de preuves insuffisante à contribuer à la solution de ces questions. Le Miocène supérieur ou Sarmatien nous offre cependant un grand nombre de données. Les essences de la forêt sarmatienne sont pour la plupart de la région tempérées, à feuillaison estivale, et sont anémophiles. Ce n'est que dans peu de genres qu'on trouve une variété considérable d'espèces. *(Quercus, Alnus, Acer)*. Une partie de ces espèces se formait au même endroit (disons en Europe centrale). En cette connexion nous avons à mentionner que c'est au Sarmatien que la limite polaire des essences forestières entomophiles à grand peuplements a atteint notre région au cours de sa retraite vers le sud. La

grande quantité des restes *d'Acer*, *Diospyros*, *Sapindus* dans la flore de Bánhorváti nous montre encore la présence des arbres entomophiles en grands peuplements. Les arbres pollinisés par les insectes apparaissent au contraire dans la flore sarmatienne de Balaton (comit. Borsod), les Érables exceptés, comme essences secondaires (ainsi *Liriodendron*, *Ailanthus*, probablement *Sorbariopsis*). Parmi les arbustes, les entomophiles sont dominants (*Viburnum hungaricum* Andreánszky, *Cornus* cfr. *sanguinea* L., les Légumineuses, etc.). La situation est la même au Pliocène. Dans la flore pannonienne de Rózsaszentmárton se trouvent des fossiles provenant d'arbres entomophiles, ainsi du Pommier et du Poirier, mais toujours en nombre minime, prouvant qu'il s'agit des essences forestières clairsemées. Le fait que ces espèces n'étaient pas des arbustes, mais des arbres, est démontré par un tronc de pommier d'une épaisseur considérable, trouvé dans les couches pannoniennes de Megyaszó. Dans le Pannonien existaient aussi des arbustes entomophiles, y compris le *Cinnamomum*, les Légumineuses, etc.

Vers la fin du Tertiaire les fossiles ne nous fournissent aucune preuve d'une évolution quelconque. L'apparition d'un nouveau type est toujours due à une immigration.

Si nous suivons le développement des caractères essentielles des types nous arrivons aux résultats suivants. Parmi les qualités des arbres forestiers une des plus importantes est la périodicité et la constitution du feuillage, ces caractères étant la base pour la classification des grands types de végétation. Sur la base des fossiles on ne peut pas faire une distinction entre les types tropicaux à feuillage persistante et à feuillaison pendant la saison pluvieuse ; ces deux types par conséquent doivent être réunis dans nos discussions. Ce type est certainement ancien, ayant déjà été développé avant le Tertiaire. Il pouvait atteindre le point culminant de son développement, dans la région qui nous intéresse durant l'Éocène et disparaissait parfaitement durant le Miocène. D'une ancienneté pareille doit être considéré le type des Lauracées à feuilles persistantes et celui de nos arbres à feuilles caduques. Leur évolution est nettement prétertiaire et avait lieu au centre d'évolution des Angiospermes primitives. Le développement du type sclérophylle austral pouvait s'effectuer dans notre zone durant le Tertiaire. Les plantes ligneuses de ce type n'existent plus, depuis longtemps, à l'hémisphère nord. Le développement du type sclérophylle nord, étant en nos jours confiné à un climat du type méditerranéen, peut être supposé dans notre zone au début du Miocène.

Les arbres à feuillaison estivale et les Conifères, les types des essences forestières de notre flore actuelle, sont ainsi d'une évolution ancienne. On se peut toutefois imaginer que les Conifères adaptées à un climat extrême, c'est-à-dire les essences des forêts aciculaires proprement dites *(Aciculisilvae)* se sont adaptées à leur milieu actuel pendant le Tertiaire dont le climat devenait graduellement extrême. Ce type de Conifères est absolument inconnu à l'hémisphère sud, où les conditions n'étaient jamais favorables pour le développement d'un

pareil type. Le type „Callitris", ne supportant pas les extrêmes, mais adapté à un climat aride, n'est pas représenté uniquement dans le sud où il est répandu, mais c'est développé aussi dans le nord.

II. La spécialisation

Les espèces développées dans la première étape et appartenant à la flore d'un territoire donné, ne se réunissent d'abord pas dans des groupements proprement dits au sens de la cénologie moderne. Il coexistaient avec des espèces d'exigences différentes. Les espèces ayant des exigences conformes n'étaient pas non plus attachées à une composition spécifique déterminée du tapis végétal, pas même concernant le type biologique des espèces individuelles. Dans les forêts les divers types biologiques se mêlaient même dans la strate arborescente. Il est vrai que dans nos flores actuelles bien spécialisées on trouve aussi, dans les zones de transition, un certain mélange des types, mais seulement de deux ou trois grands types au plus. Dans les forêts du Tertiaire plus ancien presque tout les types foliaires existants se présentaient à la fois. À Kiseged p. e. les espèces sclérophylles, de type méridional, le type de la forêt vierge tropicale, le type du Laurier, celui à feuillaison estivale, et les deux types des Conifères, l'océanique *(Libocedrus)* et le continental *(Pinus palaeostrobus)* coexistaient dans la flore même.

C'est alors que commençait le développement des liaisons appelées à transformer le rassemblement accidentel des espèces en associations de composition et organisation fixées. Une des conditions biologiques de cet événement est la fixation et resserrement de l'attitude écologique des espèces. Les espèces sont dès lors incapables d'exister sous des climats différents mais deviennent attachées à des conditions extérieures bien circonscrites. Le groupement comprendra dès lors des éléments strictement adaptés à l'habitat donné. De cette façon la baisse de la température au cours du Tertiaire nous enlève successivement les essences devenues liées au climat tropical ; les changements du climat étant dans ces temps bien graduels, la transformation des exigences d'une espèce quant au milieu physique modifié était possible et aussi l'évolution d'espèces nouvelles bien adaptées au nouveau milieu avait de bonnes chances. On ne peut d'abord pas observer une diminution dans le nombre des espèces, seulement un appauvrissement des types biologiques. Les plantes ligneuses sclérophylles, type sud, si bien représentées dans la flore de l'Oligocène inférieur, disparaissent les premières. Elles sont suivies par celles qui sont feuillues pendant la saison pluvieuse, puis graduellement par les arbres de la forêt vierge. À la place des *Dryophyllum* à exigences indéfinies apparaissent les Fagacées plus modernes, liées à un climat déterminé. De l'ensemble de fossiles trouvés dans une localité on peut dès lors conclure à un seul ou à plusieurs groupements, pareils à ceux qui

existent actuellement. La flore helvétique de Eger-Tihamér nous présente une broussé marécageuse et une forêt mixte à sol sec.

Pendant le Tertiaire la coexistance de divers types est encore à observer longtemps. Ce fait peut être expliqué par le climat qui demeurait océanique sans des extrêmes accentués. Un des facteurs de la spécialisation est l'accroissement des extrêmes climatiques et la périodicité annuelle devenant de plus en plus décisive. C'est en conséquence de ce phénomène que les arbres du type du Laurier ont dû céder à une certain époque aux sclérophylles, ce dernier type étant capable de supporter l'aridité et la chaleur de l'été et aussi la température plus basse de l'hiver.

Au cours de la spécialisation les flores commencent à correspondre à la flore récente d'un pays donné. La première flore de cette qualité est celle de Magyaregregy dont la flore récente correspondante se trouve en Chine aux vallées des affluents du sud du fleuve Yang-tse-kiang. Mais dans la flore de Magyaregregy se trouvaient encore de nombreux éléments mégathermes qui manquent à la flore chinoise, le climat helvétien de Magyaregregy ayant été beaucoup plus océanique que celui de l'endroit en question actuellement.

C'est durant le Miocène qu'on peut apercevoir en Hongrie une différenciation régionale des flores pour la première fois. Ainsi en face des forêts de Taxodiacées du Tortonien nous voyons de se développer simultanèment une flore à Gyöngyöspata et Szurdokpüspöki avec des Dicotylédones à feuilles persistantes et caduques. Toutes les deux flores ont vécu sous un climat subtropical très océanique avec un maximum de précipitation en hiver. La forêt aciculaire est d'une parenté régionale avec l'Amérique du Nord occidentale, l'autre d'une parenté macaronésienne. Tout naturellement toutes les deux flores comptaient encore une quantité d'éléments étrangers.

Une autre ligne de la spécialisation mena au développement des forêts montagnardes. De telles forêts peuvent être observées aux étages burdigalien et helvétien, principalement en Transdanubie. Le gros des essences forestières appartient déjà à deux types seulement, au type à feuillaison estivale et au type aciculaire.

Au Sarmatien, la parenté macaronésienne vient d'être remplacée par une parenté de la région méditerranéenne orientale. Une diminution du nombre des espèces ne se produit pas encore, seul les Lauracées cèdent en partie aux essences sclérophylles. Ces dernières ont atteint pendant cet étage leur développement complet. Elles ne sont pourtant jamais aussi dominantes dans la strate arborescente comme leurs successeurs dans les forêts de la Méditerranée occidentale de nos temps. Ces forêts sont formées pour la plupart d'une seule espèce principale sclérophylle. Les forêts du Sarmatien inférieur correspondent par la dominance des essences à feuilles caduques plutôt aux forêts récentes de la région méditerranéenne orientale. Cette opinion est supportée aussi par la prépondérance du *Quercus pseudoalnus* Ett. dans la flore de Bánhorváti. *Qu. pseudoalnus*

Ett. est considéré comme la forme ancienne du *Qu. alnifolia*, espèce récente, caractérisant l'île de Chypre. Le Cyprès, Conifère de la région méditerranéenne orientale était aussi trouvée dans certaines flores sarmatiennes. La strate arbustive nous présente encore toujours une image très variée. Il est vrai que les éléments méditerranéens ne font pas défaut (*Smilax* spp. etc.), mais on y trouve aussi le *Cinnamomum* et même des arbustes apparentés à des espèces vivant actuellement à l'hémisphère sud. *(Callistemophyllum, Lomatites?)*. La spécialisation de la strate arbustive est en retard.

La spécialisation liée à un appauvrissement des essences principales caractérise non seulement les forêts montagnardes, mais aussi les flores à un climat excessivement humide. Dans la flore de Felsőtárkány, dont le climat était le plus humide parmi les climats de nos flores sarmatiennes, nous voyons une strate arborescente composée d'un nombre très réduit d'essences principales, non seulement sur un sol marécageux, mais aussi sur un sol plus sec. Sur un sol plus sec on trouve dans la strate arborescente une prépondérance absolue du *Quercus pontica miocenica* Kubát.

Dans la flore de Balaton (comit. Borsod), à un climat bien moins humide, le nombre des essences forestières est assez considérable. Toutes les espèces représentées par des fossiles nombreux, sont des arbres de la zone tempérée proprement dite. Des essences à feuilles persistantes ne se trouvent que parmi les arbustes. Il est intéressant que le nombre des genres mono- ou oligotypiques est assez élevé *(Ginkgo, Sassafras, Liriodendron*, etc.)

L'ensemble de la flore de Balaton formait, en dépit de sa grande variété de ses éléments, des groupement pareils aux associations actuelles. Toutes les essences de la strate arborescente étaient capables de supporter des extrêmes climatiques. Seul, la strate arbustive conservait encore des espèces mégathermes ou liées à un climat océanique. *(Cocculus, Myrsinites* cfr. *Pleiomeris canariensis* [Willd.] DC., les Légumineuses, etc.) Les arbres à une grande sociabilité sont, les crables exceptés, anémophiles. La pollinisation des derniers par les insectes n'est pas en concordance avec leur grande sociabilité pendant l'époque tertiaire. Nous sommes incliné à supposer que l'Érable, avec son périanthe vert, ait la tendance de devenir anémophile. Une section *(Negundo)* est pollinisé par le vent. Le genre comprend ainsi, tout comme le Frêne, des espèces des deux sortes de pollinisation.

C'est au cours de Sarmatien que se développent des forêts analogues à celles de la zone tempérée septentrionale de nos jours. Elles comprennent d'abord un grand nombre d'éléments étrangers.

Un phénomène, conduisant à l'appauvrissement des forêts tertiaires, est dû à la sénilité d'une partie de ses espèces. Leur écologie devient de plus en plus attachée à un milieu strictement limité. Elles disparaissent par suite d'un changement quelconque de ce milieu. Leur aire se diminue et devient discontinue par l'extinction de l'espèce des régions intermédiaires. Dans les flores où elles se maintiennent, elles deviennent des reliques. Une espèce peut être considérée

comme relique dans une flore si son peuplement est détaché de l'aire principale. La discontinuité de l'aire peut se produire par des causes climatiques, mais aussi par la contraction spontanée de l'espèce sénile. Dans ce dernier cas, la lutte pour l'existence joue un rôle décisif. Il y a des espèces qui, étant des reliques dans les flores plus récentes du Tertiaire, et disparues, depuis, de notre flore, peuvent être cultivées avec succès sous notre climat, si nous leur épargnons la concurrence des autres espèces par la culture. L'espèce a donc conservé ses qualités pour exister sous le climat donné, elle a pourtant succombé dans la lutte pour l'existence.

Les reliques sont représentées, antérieurement à leur extinction par des restes sporadiques ou bien nombreux. Dans la collection de Rózsaszentmárton, dont nous disposons, *Cinnamomum* et *Engelhardtia* ne sont représentés que par une seule empreinte chacun, *Ficus tiliaefolia* au contraire par de nombreux restes.

Dans les flores d'une spécialisation avancée, un appauvrissement se fait remarquer non seulement dans la composition spécifique, mais aussi dans le nombre des types biologiques. La strate arbustive p. e. a été formée au cours de l'Oligocène inférieur et supérieur des arbustes à types biologiques les plus variés. Au Sarmatien supérieur, au contraire, nous n'y trouvons, en dehors des essences à feuillaison estivale, que des arbustes à feuilles du type Laurier *(Cinnamomum, Myrsinites*, etc.). *Ficus tiliaefolia* (A. Br.) Heer, un des types problématiques de la flore sarmatienne, était probablement un arbuste à feuilles caduques tout comme notre Figuier. Des forêts subtropicales montagnardes ou aussi tempérées à une strate arbustive composée d'espèces à feuilles caduques et du type Laurier, sont bien répandues actuellement aussi. Ces forêts sont ainsi des groupements climatiques parfaitement spécialisés.

L'étape de la spécialisation, ou évolution du milieu vivant, est ainsi bien complexe. Tout les facteurs agissent pour une harmonie entre la composition spécifique du tapis végétal et le habitat. La sénilité des espèces y joue un rôle tout spécial. Les espèces anciennes seront conservées si leur écologie restreinte correspond précisément aux facteurs de l'environnement. Si non, elles disparaissent. Au cours de la lutte pour l'existence les essences à une sociabilité insuffisante seront supprimées par les essences à une grande sociabilité et disparaissent ou deviennent des essences secondaires. Quelques-unes d'elles seront réduites à des arbustes. Dans des zones d'un climat moins chaud, les arbres pollinisés par les insectes perdent leur sociablilité et ne croissent que clairsemés. Enfin une sélection se produit aussi parmi les espèces ayant des qualités écologiqes approximativement égales. Les espèces seront fidèles à des associations déterminées. Par l'accroissement de la sociabilité et de la fidélité, les liaisons entre les espèces du groupement deviennent étroites. Les éléments étrangers seront exclus et le nombre des espèces se réduit.

Les autres facteurs de la spécialisation sont ceux de l'environnement. Les

extrémités du climat et la périodicité des précipitations y jouent un rôle important. Les espèces exigeant un climat océanique seront reprimées.

La fonction destructrice de l'époque glaciaire posttertiaire peut être aussi ramenée à l'accroissement des extrèmes climatiques. Il est intéressant que les arbres sclérophylles ont disparu de notre flore avant les arbres à feuilles du type Laurier. Les derniers ont été presque totalement anéantis par la baisse de la température, les arbres sclérophylles, au contraire, étaient à peine atteints au Nord du Sahara. Leur disparition de notre flore tertiaire peut être attribuée au fait qu'un climat subtropical qui leur est favorable, à un été chaud et aride et à un hiver humide et doux, ne reignait que pendant une période relativement courte et ne retournait plus. Nous devons admettre toutefois que, durant le Quaternaire, au nord du Sahara, il existait toujours une zone climatique caractérisée par ces qualités.

Notre discussion se réfère exclusivement à l'époque tertiaire et principalement aux Angiospermes. Toutefois il n'est peut-être pas injustifié de supposer, que les types du Carbonifère, participant à la végétation au cours de leur plus grande évolution par une masse pareille à celle des Angiospermes pendant le Tertiaire, subissaient aussi une spécialisation. Si nous attribuons leur disparition en premier lieu à des changements climatiques, c'est sûr que les facteurs biologiques propres au végétaux ont aussi contribué à cette disparition.

III. Le déplacement géographique

Pour suivre le déplacement des types de végétation pendant le Tertiaire nous aurions besoin de connaître, autant que possible, sans lacunes, les flores tertiaires des pays situés vers le nord. Malheureusement, justement des ces régions nous n'avons que des données très sporadiques. Nous devons par conséquent nous borner à l'examen du déplacement postérieur de nos flores tertiaires.

Le fait que nos flores du Tertiaire inférieur étaient en proche parenté avec la flore malaise récente, ne doit pas être interprété par la supposition d'une migration de notre flore vers le sud-est. À l'époque où la flore malaise régnait en Europe, le continent entier situé au nord de la mer Téthys, de l'Europe occidentale jusqu'en Asie sud-orientale était couvert par la même flore. Celle-ci disparaissait graduellement de la partie occidentale de son aire primitive, mais se maintenait jusqu'à nos jours en Malaisie.

Nos flores du Miocène inférieur et moyen sont apparenté surtout à celles dés régions subtropicales de l'Amérique du Nord et de l'Asie orientale. Quelques éléments de ces flores se sont probablement rétirés vers le sud, mais le gros disparaissait graduellement, sans refuge. Une migration mutuelle de la flore européenne et celle des pays susdits ne peut pas être supposée. Il s'agit d'une flore à éléments analogues très étendue puis disparue d'une grande partie de son aire

originelle. C'est au Helvétien que nous voyons apparaître des espèces vivant dans leur descendence dans des endroits dont la flore, au moins en partie, est composée de nos plantes tertiaires ou leurs descendants.

Quelques flores tortoniennes et sarmatiennes nous présentent en nombre considérable des empreintes de plantes apparentées aux espèces macaronésiennes. Le nombre de telles espèces est réduit, les flores tortoniennes étant assez faiblement représentées en Hongrie. Nous devons supposer que ces éléments se sont retirés vers le sud-ouest. Ce sont des espèces d'un climat extrêmement océanique. Elles ont pris la direction sud-ouest, le climat vers le sud étant trop continental. Aussi est-il probable que les Îles Canaries ont reçu le *Pinus canariensis* C. Smith par cette voie.

Les chênaies à feuilles persistantes de la partie occidentale de la région méditerranéenne n'ont reçu que des éléments détachés de nos flores sarmatiennes et non pas la flore entière. L'ensemble de la flore se retirait vers le sud-est. Pendant que le nombre de nos espèces sarmatiennes se trouvant actuellement au sud et au sud-ouest (p. e. *Quercus zemplénensis* Cziffery, la forme ancienne du *Qu. canariensis* Willd.), est très faible, les espèces se retirant vers le sud-est sont bien nombreuses. La cause de cette retraite très faible vers le sud-ouest, encore plus faible vers le sud, mais considérable vers le sud-est, ne pouvait être la mer Téthys, étant découpé par des isthmes. Cet événement ne peut être interprété que par la supposition d'une influence désertique.

Le déplacement de nos flores pliocènes n'était pas aussi considérable, n'atteignant que les Balkans et l'Asie Mineure. Dans ce dernier pays les éléments pliocènes ont rencontré les éléments sarmatiennes y retirés. Mais en conséquence des pertes subies pendant la migration, l'ensemble ne pouvait pas atteindre un nombre excessif des types.

Le déplacement géographique ne peut être esquissé que par des traits bien incomplets. Pour établir les détails des changements la connaissance parfaite des flores tertiaires serait nécessaire. Seulement sur la base des données complètes pourrait-on constater définitivement que la migration des flores n'était pas continue, mais était interrompue par des pas rétrogrades. Et tout cela pourrait confirmer que la diminution de la température et la croissance de la continentalité du climat durant le Tertiaire, n'étaient pas continues non plus. Dans certains cas nous en possédons des preuves. La flore sarmatienne riche et bien explorée de Erdőbénye ne nous présente aucune empreinte du genre *Cinnamomum*. Dans la flore plus jeune et à un climat décidément moins chaud, de Mikófalva, et surtout dans celle de Várpalota, au contraire, les fossiles de ce genre sont fréquents. Le climat devenait derechef plus océanique.

La troisième étape, le déplacement des flores, est la fonction du climat. De ce point de vue, un des facteurs les plus efficaces est le degré de la continentalité.

Parmi les étapes du développement d'une flore, les deux premières, bien

que la première enrichisse, la deuxième appauvrisse la flore, sont irréversibles. L'évolution et la fixation des qualités cénologiques de l'espèce ne peuvent pas être retournées. Le déplacement, au contraire, est réversible. Pendant le Quaternaire retournaient maintes fois les groupements antérieurement présents mais réfugiés devant la rudesse du climat. La flore retournée était toujours plus appauvrie et plus spécialisée. De telles réapparitions se produisaient aussi pendant le Tertiaire. Les changements du climat étant alors beaucoup plus lentes et moins importants, ces événements ne peuvent être que rarement aperçus sur la base des flores fossiles insuffisamment connues.

RÉSUMÉ

Nos connaissances relatives à l'histoire de la flore tertiaire se refèrent, en premier lieu, aux plantes ligneuses, et parmi celles aux arbres dicotylédones. La plupart des familles des Angiospermes existait déjà au début du Tertiaire. Mais la formation des espèces nouvelles continuait et des changements essentiels se sont produits dans la conduite écologique des espèces. Leur écologie devenait en général déterminée et plus étroite. Leur fidélité et dans beaucoup de cas aussi leur sociabilité s'augmentaient. L'évolution concernant la pollinisation s'avançait vers la pollinisation par le vent.

Dans l'évolution des flores on peut distinguer trois événements, périodes, plus précisément étapes : l'apparition de nouvelles espèces, la spécialisation ou évolution du milieu vivant et le déplacement géographique. Une formation plus importante des espèces peut être observée surtout au Paléogène, pour perdre ensuite en étendue. En cette connexion, il se manifeste le principe que les essences vivant en petits peuplements réussissent plus probablement à acquérir de nouvelles qualités que celles qui sont caractérisées par des grands peuplements. Malgré que notre flore se développât au début du Tertiaire sous on climat nettement tropical, elle ne montre pas une évolution d'espèces aussi vive que certaines flores tropicales actuelles. Nous reviendrons encore sur cette question. L'apparition des espèces à nouvelles qualités dans la flore s'effectuait aussi par immigration. Une telle immigration était importante parmi les espèces extratropicales. Nos plantes ligneuses appartenaient dans la premère partie du Tertiaire à des types biologiques les plus variés. On y trouve des types de presque toutes les zones. Seul le type sclérophylle septentrional se développait plus tard, vraisemblablement dans notre région.

La spécialisation était due à des facteurs biologiques et écologiques. Parmi les premiers figurent la sénilité naturelle des espèces, l'accroissement de leur fidélité et de leur sociabilité et, comme dernier, leur vigueur dans la lutte pour l'existence. Parmi les facteurs extérieurs, l'augmentation de la continentalité du climat et le développement des climats à forte périodicité sont les plus importants. La spécialisation elle-même signifie la réunion des espèces ayant des exigences pareilles, la fixation de la composition spécifique, et, par conséquent, l'accumulation des essences dans des groupements pareils aux associations du tapis végétal actuel. Les ensembles des temps plus réculés ne contiennent pas des éléments à une grande sociabilité, et ne montrent pas la prépondérance d'une seule espèce. Ce n'est que pendant le Miocène que nous voyons se développer des forêts avec une seule espèce dominante, accompagnée par des essences secondaires. L'essence prépondérente est dans les flores plus récentes conséquemment anémophile.

Au sujet du déplacement géographique, nous ne disposons que de très peu de données relatives à la situation et distribution antérieures de nos flores. Nous connaissons un peu mieux leur déplacement postérieur. La flore du Paléogène était uniforme de l'Europe jusqu'en Malaisie. Quelques survivants exceptés, cette flore a disparu de cette partie du globe, mais subsiste avec quelques changements en Malaisie. Le gros des flores du Miocène inférieur et moyen a pareillement disparu. Seuls les types figurant dans l'élément microtherme sont restés et quelques essences mégathermes se sont retirées vers le sud, y trouvant un refuge temporaire. Ce n'est que les flores tortoniennes et postérieures qui se trouvent, au moins en leurs fragments, dans les régions méridionales.

Nos discussions peuvent servir de base pour aborder les problèmes d'une portée plus importante, ayant toujours le principe de l'actualisme devant nos yeux.

Nous venons de mentionner que nos flores étaient au début du Tertiaire d'un caractère tropical, mais comprenaient des essences microthermes. Puis ces flores ne montrent pas une

évolution des espèces aussi vive que les flores tropicales de nos jours en général. Tout ceci indique que ces flores, malgré leur climat apparemment tropical, n'étaient pas situées dans le voisinage de l'équateur. Leur milieu physique n'était pas le même que celui des régions équatoriales actuellement, mais moins favorable. Ce phénomène peut être expliqué par la supposition que notre pays était situé au cours du Tertiaire constamment aussi éloigné de l'équateur comme de nos jours, seulement la zone tropicale était beaucoup plus large.

Si nous supposons, selon l'hypothèse de WEGENER, que l'Europe centrale était alors située au voisi nage de l'Équateur, et que les zones climatiques étaient de la même étendue, à la seule différence que la situation des continents était différente, dans ce cas — pendant le Miocène — une zone fortement désertique aurait dû croiser notre pays. Nous n'avons pas réussi de trouver des vestiges quelconques d'un tel climat. Mais si nous supposons une zone tropicale plus large, en supposant en même temps que notre pays était situé — jusqu' à la fin de l'Oligocène inférieur — sur la marge septentrionale de cette zone, nous ne pouvons pas nous imaginer une zone désertique aussi large et aussi aride au nord de la zone tropicale. Sûr, une zone aride devait en tous cas croiser le pays, mais c'était une zone étroite, et l'influence de cette zone ne se faisait que faiblement sentir sur le continent d'Europe. Ce continent était alors découpé par des bras de mer et des mers intérieures. Aussi le relief était fort. Le climat ne devait jamais être plus aride que celui des Iles Canaries de nos jours.

La belle série de nos flores tertiaires, montrant un développement continu en général, est beaucoup plus en harmonie avec la retraite de la zone tropicale, qu'avec les changements de la situation relative de notre pays.

Comme, il a déjà été expliqué plus haut, la troisième étape, le déplacament des flores, est seule réversible, l'évolution et la spécialisation ne peuvent pas être retournées. Notre flore arborescente, rentrée durant le Quaternaire à maintes reprises, toujours moins riche, ne pourra jamais se réintégrer. C'est la tâche de notre économie forestière de la restituer au moins en partie.

LITTÉRATURE

1. ANDREÁNSZKY, G.: La pollinisation par le vent et la pollinisation par les insectes dans l'histoire du développement des forêts. — Acta Biol. Acad. Sci. Hung. 2. (1951), 355—367.
2. ANDREÁNSZKY, G.: La répartition des forêts de Platanes en Hongrie à l'époque tertiaire. — Acta Biol. Acad. Sci. Hung. 3. (1952) 151—158.
3. ANDREÁNSZKY, G.: Climatic Limits of Treegrowth and Paleobotanical Research Work. — Acta Bot. Acad. Sci. Hung. 1. (1954) 5—14.
4. ANDREÁNSZKY, G.: Essai sur un système phylogénétique des groupements végétaux. — Ann. Hist. Nat. Mus. Nat. Hung. ser. n. 5. (1954) 175—189.
5. ANDREÁNSZKY, G. — S. KOVÁCS, É.: A hazai fiatalabb harmadidőszaki flórák tagolódása és ökológiája. — Gliederung und Ökologie der jüngeren Tertiärfloren Ungarns. — Ann. Inst. Geol. Publ. Hung. 44. 1. (1955) 1—326.
6. AXELROD, D. J.: A Theory of Angiosperm Evolution. — Evolution 6. (1952) 29—60.
7. BERRY, E. W.: Lower Cretaceous. Maryland Geol. Surv. 1911.
8. HOLLICK, A.: The Tertiary Floras of Alaska. U. St. Geol. Surv. Prof. Pap. 182. (1936) 1—171.
9. KRYHSTOFOVICH, A.: A final Link between the Tertiary Floras of Asia and Europe. — The New Phytologist. 34. (1935) 339—343.
10. NOVÁK, E.: A kisegedi oligocén flóra fenyőféléi. — Die Koniferen der oligozänen Flora von Kiseged bei Eger (Ungarn). — Budap. Egyet. Biol. Int. Évk. 1. (1950) 48—61.
11. POTONIÉ, R.: Gesichtspunkte zu einer paläobotanischen Gesellschaftsgeschichte (Soziogenese). Beih. Geol. Jahrb. Nr. 5. (1952) 1—116.
12. REISSINGER, A.: Die „Pollenanalyse" ausgedehnt auf alle Sedimentgesteine der geologischen Vergangenheit. Paläontographica 84B (1940); 90B (1950).
13. THOMSON, P. W.: Die Sukzession der Pflanzenvereine und Moortypen im Hauptflöz der Rheinischen Braunkohle mit einer Übersicht über die Vegetationsentwicklung im Tertiär Mitteleuropas. — Ber. Geobot. Forschinst. Rübel f. d. J. 1951 (1952) 81—87.
14. THOMSON, P. W.: Zur Entstehung und Ausbreitung der Angiospermen im Mesophyticum. Paläontol. Zeitschr. 27. (1952) 47—51.
15. ТОЛМАЧЕВ, А.И.: О некоторых задачах советской цалеоботаники. Известя АН СССР, сер. биол. Москва, 4 (1953) 106-122.

ЭТАПЫ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ТРЕТИЧНОЙ ФЛОРЫ В ВЕНГРИИ

Г. АНДРЕАНСКИ

Резюме

Автор представляет себе развитие третичной флоры в Венгрии, или же развитие любой флоры таким образом, что на данной территории должны сперва появляться виды, слагающие флору, а затем последние приспосабливаются друг к другу. Это вторая фаза развития и называется автором специализацией. Наконец образуются различные растительные ассоциации данной флоры. Под действием изменения климата ассоциации меняют свое место произрастания, и образуется ареал распространения флоры. Образование ареала — это третий этап развития.

В фазе развития видов больших новых типов в третичном периоде не образовалось, а возникло ряд малых типов, видов. Папоротники и хвойные растения в этом отношении в Венгрии или в Средней Европе в третичном периоде дали уже мало новых видов. Образование видов было значительным прежде всего в области покрытосеменных растений. В связи с образованием покрытосеменных автор доказывает, что большая часть так называемых арктотретичных элементов возникла в третичном периоде не в арктике. Автор доказывает монофилию покрытосеменных растений также и геоботаническими соображениями. Далее, излагая отдельные фазы третичного периода, автор выявляет, какие типы больше всего проявляли в отдельных этапах развитие видов, или же иммиграцию. Развитие видов отдельных пород уменьшалось по мере того, в какой степени энтомофильные деревья сменялись анемофильными.

Флоры состояли в начале из видов, обладающих весьма широкой экологией. В процессе специализации устранились элементы другой экологии, и элементы с широкой экологией стали элементами с узкой экологией. В третичном периоде климат стал более экстремным, вследствие чего образовались настоящие ассоциации, в сегодняшнем смысле слова, и возникла флора, слагающаяся из таких ассоциаций. Отдельные флоры стали более бедными в типах и виды приобрели подобную экологию. Автор выявляет также изменения, которым подвергались типы пород деревьев в ходе третичного периода. Вымершие элементы стали сперва реликтами, а затем окончательно исчезли.

Что касается образования ареала флоры, то у нас имеется больше всего данных, относительно дальнейшей судьбы венгерской флоры, а относительно прежнего места произрастания имеется лишь мало данных.

DIE STEPPEN UND WIESEN IM SANDGEBIET DER KLEINEN UNGARISCHEN TIEFEBENE

Von

A. BORHIDI

Institut für Pflanzensystematik und Geobotanik der L. Eötvös Universität, Budapest

(Eingegangen am 24. II. 1956.)

Der vorliegende Aufsatz enthält die ersten Einzelergebnisse der in den Jahren 1954 und 1955 am Gelände durchgeführten Forschungen betreffs der Sandvegetation der Kleinen Ungarischen Tiefebene, u. zw. die Analyse der Rasengesellschaften. Diese Arbeit hatte zum Zweck über die Vegetation dieses, zönologisch noch wenig bekannten Gebietes Ungarns eingehende Kenntnisse zu erlangen. Infolge des schnellen Vordringens der Land- und Forstwirtschaft der letzten Jahre zog sich die ursprüngliche Pflanzenwelt immer mehr zurück und ist dem Untergang nahe ; so musste diese Forschung zeitlich angesetzt werden.

Die floristische Durchforschung des Sandgebietes der Kleinen Ungarischen Tiefebene blickt auf eine längere Vergangenheit zurück. Die ersten diesbezüglichen Angaben wurden im Jahre 1775 von JÓZSEF CSAPÓ veröffentlicht. Der hervorragende ungarische Botaniker, PÁL KITAIBEL, wanderte in diesen Gebieten nur wenig. Auch unsere späteren grossen Floristen, BORBÁS und SIMONKAI vernachlässigten ziemlich diesen Teil des Landes.

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde die mannigfaltige Sandflora der Kleinen Ungarischen Tiefebene durch die Forschungen von REUSS (1853), HILLEBRAND (1858), EBENHÖCH (1861, 1864), BALLAY (1871), KERNER (1875), FEICHTINGER (1868, 1899) in schnellem Tempo erschlossen. Der Verfasser des ersten, die Flora dieses Gebiets behandelnden Werkes war REUSS (1853), dessen Angaben aber mit Vorsicht zu behandeln sind. Sodann finden wir in den Florenwerken von NEILREICH (1866) und KERNER (1875) einschlägige Daten. Um die Jahrhundertwende wurden die Ergebnisse der Florenforschung im östlichen Teil der Kleinen Ungarischen Tiefebene in FEICHTINGER's »Esztergommegye flórája« (1899) (Flora des Komitates Esztergom), im westlichen Teil im Werk »Győr virányа« (1904) (Flora von Győr) von ZOLTÁN zusammengefasst. Die moderne Floristik knüpft sich an die Namen von POLGÁR (1903, 1912, 1941), GÁYER (1916) und BOROS (1923, 1954) und ihre erste grosse Synthese ist im Werke von POLGÁR : »Győrmegye flórája« (1941) (Flora des Komitates Győr) zu finden. Die Pflanzenwelt der Sandfläche am Fusse des Bakonygebirges wurde von PILLITZ (1908) und REDL (1942) durchforscht. Auch seitens der Tschechoslowaken waren mehrere an den Forschungsarbeiten der Sandflora beteiligt, hauptsächlich betreffs der Umgebung von Hetina (Hetény), Šturovo (Párkány) und Čenkova (Csenke). Hervorzuheben sind die Mitteilungen von NOVAK (1927), KRIST (1937, 1938) und VALENTA (1947).

Vegetationsforschung wurde im Sandgebiet aber nur in der neuesten Zeit durchgeführt. POLGÁR war der erste der im allgemeinen Teil seines oben erwähnten Werkes (1941 : 213—222) mehrere Pflanzengesellschaften der Kleinen Ungarischen Tiefebene treffend charakterisiert. Die pflanzengeographische Forschungsarbeit mit neuzeitlichen Methoden wurde von tschechoslowakischer Seite mit den zuletzt erschienenen Werken von ŠMARDA (1953) und KRIPPEL (1954), ungarischerseits teils mit dem vorliegenden Aufsatz, teils mit den Untersuchungen der Forstingenieure MAYER und TALLÓS am Fusse des Bakony-Gebirges in Gang gesetzt.

Geographische und klimatische Verhältnisse des Gebietes

Das Sandgebiet der Kleinen Ungarischen Tiefebene (Arrabonicum) gliedert sich in vier Teile, von einander durch die Ausläufer des Mittelgebirges getrennt. Diese Teile sind : 1. Sokoróalja ; 2. das Sandgebiet von Győr—Komárom—Tata ; 3. das Sandgebiet von Esztergom und 4. das Sandgebiet von Szob—Pilismarót. Auf der tschechoslowakischen Seite der Kleinen Ungarischen Tiefbene sind zwei kleinere Sandflächen bekannt, die von Štúrovo—Cenkova und von Komarno—Hetina.

1. **Sokoróalja** ist ein sich südlich von Győr ausbreitendes, mit Sand bedecktes Flachland, welches im Osten vom zum Bakony gehörenden Sokoró-Hügelrücken, im Westen vom Tal des Marcal begrenzt wird. Südlich erstreckt sich dieses Gebiet bis zum Fuss des Hohen-Bakony. Das Sandgebiet am Fusse des Bakony, von einem Übergangscharakter, gehört pflanzengeographisch auch hierher. Das Gebiet ist hauptsächlich mit holozänem Sand und mit pleistozänem Löss bedeckt. Der Wind baut Sanddünen auf, welche in NNW—SSE Richtung parallele Reihen bilden. Der grösste Teil des Sandgebietes ist von hellem, grau-gelbem, kalkarmem, schwach saurem Sand (pH : 6,0—6,8) bedeckt, der nicht sekundär — durch Degradation — wie im Donau—Theiss Zwischenstromgebiet entstanden, sondern ähnlich den Sandflächen des Nyírség und Somogy, ursprünglich ist. Die Azidität des Bodens wird durch den stellenweise in grösseren Mengen vorkommenden Kieselschotter noch erhöht. An Kalk reicheren Sand findet man nur am Fuss des Sokoró-Hügelrückens, wo die Lössdecke zur Ebene herabsteigt, ebenso in Flecken am Fusse des Bakony-Gebirges. Der Sand dieser Flecken wurde vom Wind aus dem von Gewässern heruntergerissenen Geschiebe der Dolomitberge ausgeblasen. (Nach mündlichen Mitteilungen von Zólyomi.)

Die schwach saure Reaktion des Sandes bestimmt den Charakter der Pflanzenwelt unzweideutig. Hier wächst eine ganze Reihe solcher Pflanzen, welche in den kalkhaltigen Sandgebieten östlich von Győr überhaupt nicht, oder nur vereinzelt vorkommen. Diese Arten geben der Kleinen Ungarischen Tiefebene den Florendistrikten der Grossen Ungarischen Tiefebene gegenüber ein westliches, transdanubisches Gepräge und zeigen eine Ähnlichkeit mit dem Sandgelände des Inneren Somogy. Diese sind : *Galium parisiense*, *Cynoglossum hungaricum*, *Thymus serpyllum*, ssp. *serpyllum*, *Veronica verna*, *Jasione montana*, *Filago germanica*, *Hypochoeris radicata*, *Crepis capillaris*, *Minuartia viscosa*, *Tunica saxifraga*, *Sagina subulata*, *S. ciliata*, *S. procumbens*, *Herniaria glabra*, *Festuca rubra*, *Vulpia myuros*, *Ventenata dubia*, *Aira caryophyllea*, *A. elegans*, *Corynephorus canescens*, usw.

Auf dem Gebiet prunken mehrere schöne Quellenmoore (Felpéc, Betlehem psz.), aber diese Bestände werden durch Entwässerungsarbeiten und Flussregulierungen immer mehr dezimiert und allmählich ausgetrocknet ; ihr Boden wird später alkalisch. Zwischen Győrszemere und Ménfőcsanak dehnen sich grosse Alkaliflächen aus, deren Flora aber an Reichtum sowohl hinter dem östlich der Theiss gelegenen Alkalipuszta, wie auch den Alkaliböden der Umgebung des Fertő (Neusiedler)-Sees zurückbleiben. Der *Thero-Salicornion*-Verband fehlt diesem Gebiet gänzlich.

Der überwiegende Teil der Ebene von Sokoróalja wird von Sand-Pflanzengesellschaften bedeckt, welche langsam genötigt sind sich auf den Triebsand der Dünen und auf die Lichtungen der Robinienwälder zurückzuziehen. Die Entwicklung der Sand-Pflanzengesellschaften wird von der Höhe des Grundwassers entscheidend beeinflusst, beziehungsweise vom Abstand des Grundwassers vom Bodenniveau, welcher durch die Expositionswirkungen gesteigert, die den Dünen so charakteristische Zonation hervorruft (Soó 1930, Magyar 1933). Wir können auf unserem Gebiet zwei Typen dieser Zonation feststellen. Eine eigenartige Zonation von transdanubischem Charakter entstand auf dem sauren Sand »Pipás« bei Betlehempuszta, die von jener der zwischen der Donau und der Theiss befindlichen Dünen stark abweicht. Die Höhen der Dünen werden von Rasen der Silber-Rispe *(Festuceto-Corynephoretum)* bedeckt. Auf der NE sanft abfallenden Dünenseite wird er vom losen Rasen des *Bremetum tectorum* abgelöst. Am Fusse der Düne bildet sich ein dünner Streifen des *Molinietum*, welches in die »Horsten« der *Deschampsia caespitosa* übergeht, und endlich in der tiefsten Niederung, wo ausser dem vom Gipfel der Düne herablaufenden Wasser, auch eine Quelle den Boden feucht hält — finden wir die *Juncus subnodulosus*-Fazies des *Caricetum davallianae*. Diese löst auf der gegenüberliegenden SW Seite die *Carex distans*-Fazies des *Agrostetum albae* ab, welcher nach oben des *Festucetum pratensis* folgt. Endlich wird die Dünenhöhe vom Klimax Wald des *Querceto-Convallarietum* bedeckt (Abbildung 1).

Den zweiten Typ der Zonation finden wir am Sisek-Hügel. Hier ist der Sand weniger kalkarm, wodurch sich die verschiedenen Typen des *Festucetum vaginatae* ausbilden konnten. Am Fusse der NE Dünenseite herrscht *Festucetum vaginatae salicetosum rosmarinifoliae*, höher bildet *Holoschoenus romanus* Bestände, während der Gipfel von dem vollständig offenen *Festucetum vaginatae fumanetosum* und ihrem Wacholder-Komplex gedeckt ist. Auf der SW Seite

wächst *Brometum tectorum*. Aber von hier aus nimmt die Zonation einen transdanubischen Charakter an und im Dünenzwischenraum dominieren die Komplexbestände des *Caricetum davallianae* und der *Carex flava*-Konsoziation. Letztere besetzt gerne die tieferen, moorigen, bewässerten Orte (Abbildung 2).

Am öden, schotterigen Sand, wo die Azidität des Bodens vom Kiesel-Schotter erhöht wird, findet man die aus eigenartigen Kräutern bestehende Gesellschaft des *Vulpieto-Airetum*,

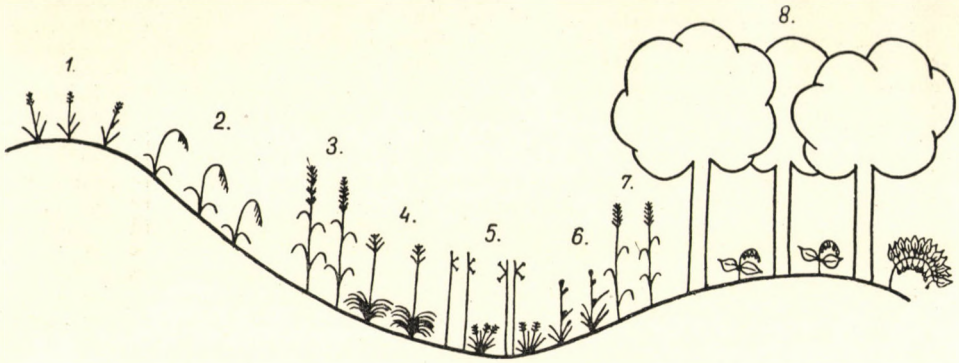


Abb. 1

1. *Festuceto-Corynephoretum*; 2. *Brometum tectorum*; 3. *Molinia coerulea*; 4. *Deschampsia caespitosa*; 5. *Carex davalliana-Juncus subnodulosus* Ass.; 6. *Agrostis alba-Carex distans*-Ass.; 7. *Festucetum pratensis*; 8. *Querceto-Convallarietum*

heute schon in stark degradiertem Zustand. Die Bepflanzung mit *Robinien* hat mehrere ihrer Bestände vernichtet, während andere durch das im Laufe der Sukzession vordringende *Corynephoretum* abgelöst wurden.

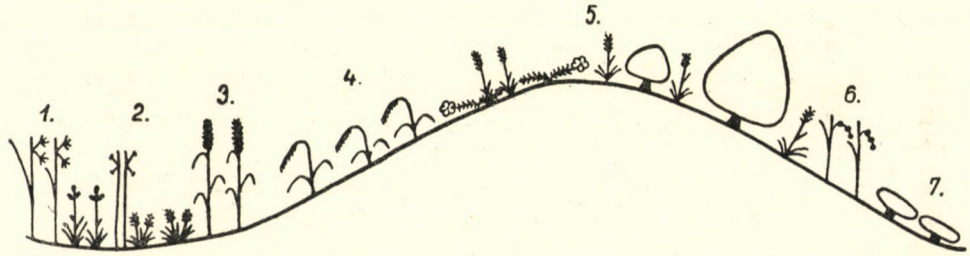


Abb. 2

1. *Caricetum davallianae caricetosum flavae*: 2. *Carex davalliana-Juncus subnodulosus*-Ass.; 3. *Molinia coerulea*; 4. *Brometum tectorum*; 5. *Festucetum vaginatae fumanetosum* et *juniperetosum*; 6. *Holoschoenus vulgaris*; 7. *Salix rosmarinifolia*

2. Das **Sandgebiet von Győr—Komárom—Tata** erstreckt sich parallel zur Donau in W—E Richtung vom Sokoró-Hügelzug bis an das Gerecse-Gebirge. Der Boden wird von einem kalkreichen, neutral oder basisch reagierenden (pH : 6,5—8,4) Sand alluvialer Abstammung, wie in der Gegend zwischen Donau und Theiss, überzogen, demzufolge auch die Pflanzendecke eine Ähnlichkeit mit den Pflanzengesellschaften des Florendistrikts Praematricum nachweist. Diese Ähnlichkeit wird nach Osten zu immer ausgeprägter. Das Gebiet ist dürr, mit dauernden fliessenden Gewässern kaum versorgt, vielmehr nur die von Süden her, von den transdanubischen Gliedern des Mittelgebirges (Pilis, Gerecse, Vértes, Bakony) ablaufenden periodischen Gewässer bedeuten eine spärliche Feuchtigkeit. Daher begegnen wir nur hie und da wasserbedürftigen Moor- und Sumpfgesellschaften. Nach der vor sieben Jahren erfolgten Entwässerung des Győr-

szentiváner Sumpfes »Nagyzsombékos« bestehen nur noch bei Tata und Ölbőpuszta echte lebende Moorwiesen. Sumpfwiesen gibt es entlang der grösseren Bäche, aber die meisten sind im Zustand der Alkalisierung. Nur an den unteren Sandterrassen der Donau prunken die Sumpfwiesen in prächtigem Reichtum und zeigen die verschiedensten Übergänge zu den Moor- und Mähwiesen. Auch hier herrschen die Pflanzengesellschaften der Sandsteppen, aber heute bewahren nur noch die Dünen und die Lichtungen der Kulturwälder — *Robinien-* und Nadelwälder — die Reste der ursprünglichen Vegetation. Die Sanddünen liegen auch hier in NNW—SSO Richtung, aber im allgemeinen sind sie kleiner als im Gebiet Sokoróalja. Hier ist die Zonation der Sandvegetation mit dem schon von HARGITAI beschriebenen Typ des zwischen der Donau und Theiss gelegenen Gebietes übereinstimmend (1940 : 208). Die Akaliböden bedecken nur einen verhältnismässig kleinen Teil vom Gebiet, obgleich sie auch hier als Ergebnis der Entwässerungen und des intensiven Weidens im Vordringen sind.

Nach Süden erstreckt sich die Sandfläche bis zum nordwestlichen Teil des Vértes-Gebirges und erreicht eine Höhe von mehr als 200 Meter über dem Meeresspiegel. Der Boden besteht aus pliozänem und früh-pleistozänem Flussgeschiebe, welches von der Ur-Donau, die damals über den Graben von Mór floss, oder von einem anderen grossen Fluss abgelagert wurde. Hier herrschen Eichen- und Buchenwaldtypen, deren Rodungen in Sandsteppen übergehen. Der Bäche entlang gedeihen in schmalen Streifen Erlenauen. Der Boden ist hier, wegen der auslaugenden Wirkung der im Gebirge herabfallenden grösseren Niederschlagsmengen, saurer (pH : 5,8—7,5) als auf der Ebene.

3. Das **Sandgebiet von Esztergom** liegt zwischen dem Pilis- uud Gerecse-Gebirge. In seinem südwestlichen Teil mündet der Graben von Pilisvörösvár, welcher nach DOMOKOS (1939 : 145) für die ostkontinentalen und mediterranen Elemente und für solche, die dem Gebiet zwischen der Donau und Theiss eigen sind, eine Wanderstrasse gewesen sein könnte. Die ehemaligen reichen Moorwiesen (*Schoenetum*, *Molinietum* mit *Allium suaveolens* und *Gentiana austriaca*) des Beckens sind heute stark degradiert. Die Vegetation des Sandes ist aber auch heute schön und in ihrer Ausbildung jener des Donau—Theiss Zwischenstromgebiet gleichartig.

4. Das **Sandgebiet von Szob—Pilismarót** keilt sich zwischen dem Börzsöny- und Pilis-Gebirge, auf beiden Seiten der Donau, ein. Wir finden hier auf Andesit-Tuff gelagerte Dünen aus vom Flussgeschiebe der Donau stammendem altholozänem oder holozänem Sand. Ihre Vegetation ist mit jener des Donau—Theiss Zwischenstromgebiets ebenfalls verwandt.

Es ist eine sehr bemerkenswerte Erscheinung, dass zwar sich der Florendistrikt der Kleinen Ungarischen Tiefebene (Arrabonicum) nirgends mit dem Florendistrikt des Donau—Theiss Zwischenstromgebiets (Praematricum) berührt, dringen jedoch mehrere solche endemische, pontisch-pannonische und kontinentale Elemente in das Arrabonicum ein, die Charakterarten der bezeichnendsten Pflanzengesellschaft des Praematricums, des *Festucetum vaginatae danubiale*, sind, wodurch sie der Gegend ein dem Donau—Theiss Zwischenstromgebiet sowie dem Mezőföld charakteristisches Gepräge geben. Auf diese Erscheinung haben schon früher mehrere Forscher hingewiesen. BOROS (1923) zog den Einwanderungsweg dieser Elemente entlang der Donau, DOMOKOS (1939) durch den Bruch von Pilisvörösvár.

Die erwähnten Arten sind im Einzelnen (mit ihren Fundorten in der Kleinen Ungarischen Tiefebene) die folgenden :

Ephedra distachya (kontinental-mediterran) Pilismarót, Dorog, Štúrovo-Párkány.

Sedum hillebrandii (endemisch) : Esztergom—Dorog, Komárom—Ógyalla, Bakonyszentlászló, Mosonbánfalva?

Linum hirsutum ssp. *glabrescens* (endemisch) : Esztergom—Komárom, Ács, Bőny, Mór.

Alkanna tinctoria (mediterran) : Pilismarót—Esztergom—Komárom, Párkány, Ölbőpuszta, Čenkova-Csenke.

Alyssum tortuosum (kontinental) : Pilismarót—Esztergom, Tata—Komárom, Ács.

Achillea kitaibeliana (pontisch-pannonisch) : Pilismarót—Dorog, Kovácspatak—Párkány—Komarno, Hetina-Hetény.

Echinops ruthenicus (kontinental) : Esztergom—Tokod, Kovácspatak.

Tragopogon floccosus (pontisch-pannonisch) : Dorog, Čenkova-Csenke.

Minuartia setacea (pontisch-mediterran): Pilismarót—Esztergom—Tata—Komárom Ölbőpuszta.
Colchicum arenarium (endemisch) : Párkány, Újszőny? Komarno?
Secale silvestre (kontinental) : Esztergom.
Ranunculus pedatus (kontinental) : Esztergom, Párkány, Komarno.

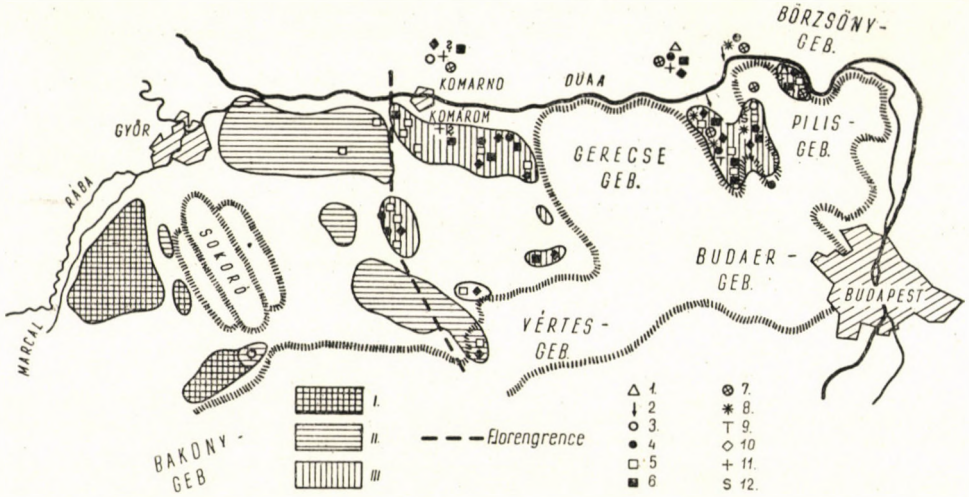


Abb. 3
Zeichenerklärung :

1. *Ephedra distachya*
2. *Ranunculus pedatus*
3. *Sedum hillebrandii*
4. *Alkanna tinctoria*
5. *Linum hirsutum* ssp. *glabrescens*
6. *Alyssum tortuosum*
7. *Achillea kitaibeliana*
8. *Echinops ruthenicus*
9. *Tragopogon floccosus*
10. *Minuartia setacea*
11. *Colchicum arenarium*
12. *Secale silvestre*

I. Festuceto-Corynephoretum arrabonicum
II. Festucetum vaginatae arrabonicum
III. Festucetum vaginatae danubiale

Bei der Untersuchung der Verbreitung der oben genannten 12 Pflanzenarten in der Kleinen Ungarischen Tiefebene stellte es sich heraus, dass diese nicht nur im östlichsten Teil, am Sande von Szob und Esztergom, vorkommen, sondern 8 Pflanzenarten davon nach Überschreiten des Gerecse- und Börzsöny-Gebirges sich in die Ebene von Győr—Komárom—Tata hinunterlassen, und dort bis zur zwischen Ács und Mór gezogenen Linie vorschreiten. Auf Grund dieser prägnanten floristischen Grenze scheint es begründet, das landschaftlich einheitliche Sandgebiet von Győr—Komárom—Tata innerhalb des Florendistrikts Arrabonicum in zwei kleinere Einheiten zu teilen, von welchen das zwischen Győr—Komárom liegende Sandgebiet die typische Flora der ärmeren Kleinen Ungarischen Tiefebene zeigt, während das Sandgebiet zwischen Komárom und Tata mit dem Becken von Esztergom und Szob floristisch und klimatisch einen bestimmten Übergang zum stärker kontinentalen Florendistrikt Praematricum

bedeutet. Die Zweiteilung dieses Gebietes beruht auch auf den in den klimatischen Daten bemerkbaren Unterschieden.

Die Schwankung zwischen mittleren Maxima und Minima der Temperatur beträgt im Gebiet zwischen Komárom und Pilismaróth 51°—52° C, ähnlich wie im Donau—Theiss Zwischenstromgebiet und im grossen Teile jenseits (d. h. östlich) der Theiss, während diese Schwankung

50 jährige Mittelwerte der Schwankung der Temperatur zwischen Maxima und Minima in° C

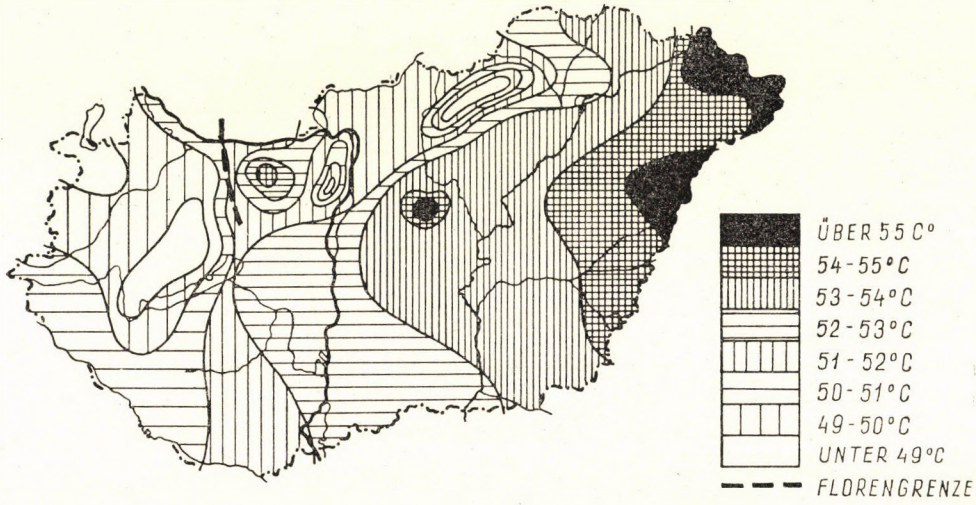


Abb. 4

Bacsó 1953

Die Zahl der Tage mit ungefähr 1 Millimeter Niederschlag. Durchschnittswerte von 50 Jahren

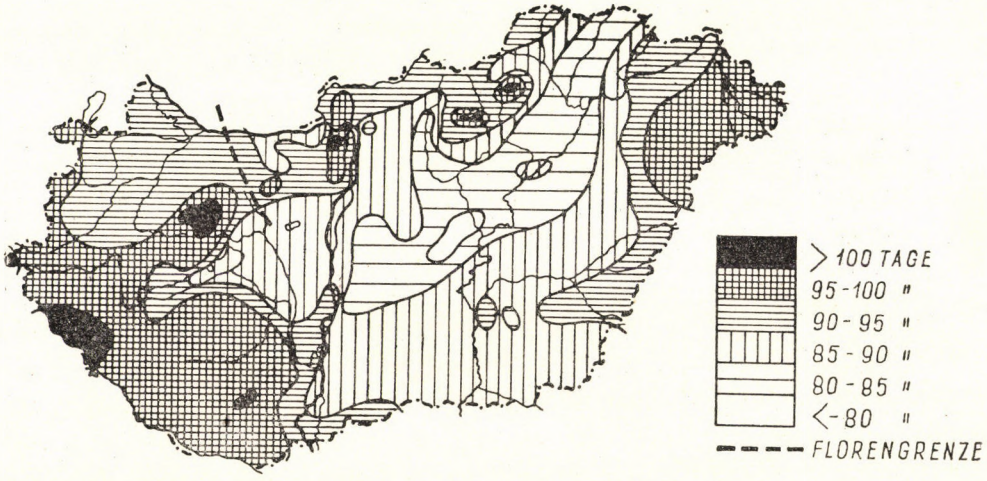


Abb. 5

Hajósy 1952

westlich von Komárom niedriger, nur 50°—51° C, beziehungsweise 49°—50° C ist (Abbildung 4).

Die Zahl der Tage mit ungefähr 1 Millimeter Niederschlag beträgt im Gebiet zwischen Komárom und Pilismaróth im Jahresdurchschnitt 85—90, gleich wie im Mezőföld, im Donau—Theiss Zwischenstromgebiet und im überwiegenden Teil des Raumes jenseits der Theiss, während in den übrigen Teilen der Kleinen Ungarischen Tiefebene die Zahl der Regentage grösser, 90—95 ist, wie auch im grossen Teil der Mittelgebirge (Abbildung 5).

Der Mittelwert von 50 Jahren der absoluten Minima beträgt im Sandgebiet von Komárom—Pilismaróth —20°— —19° C, gleich wie im Donau—Theiss Zwischenstromgebiet und in

50 jährige Mittelwerte der Temperatur-Minima in °C

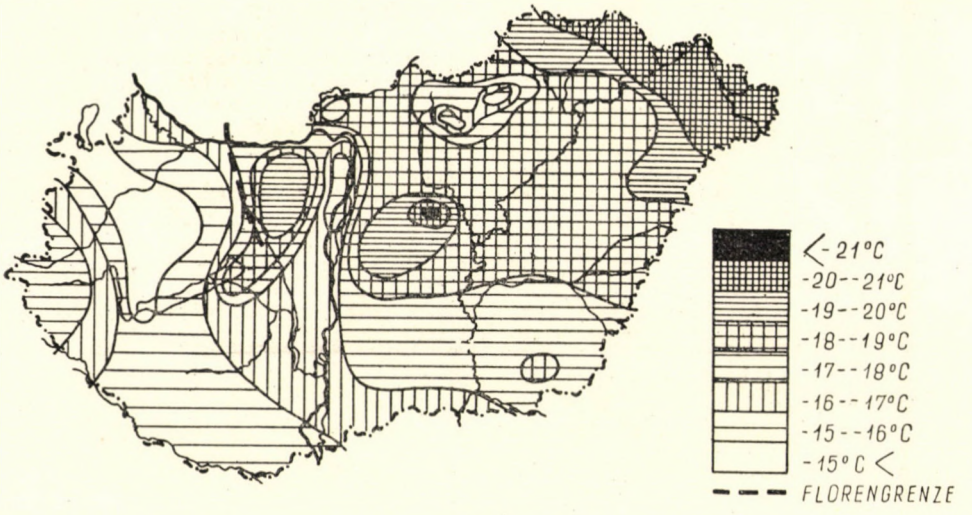


Abb. 6

Bacsó 1953

Die Zahl der Hitzetage (1901—1950)

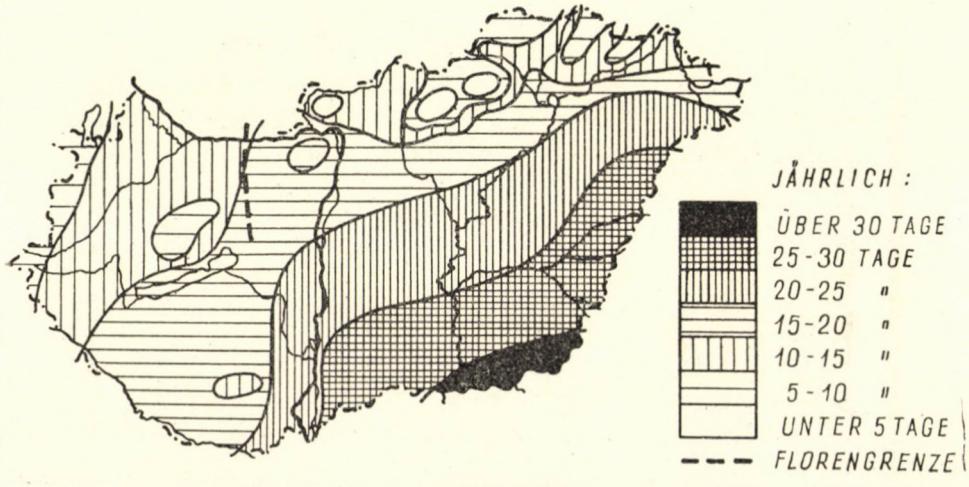


Abb. 7

Bacsó 1953

einem Teile des Raumes jenseits der Theiss, während er westlich davon wesentlich höher. —18°— —17° C, beziehungsweise —16°— —15° C ist (Abbildung 6).

Die Zahl der Hitzetage beträgt im Gebiet von Komárom—Pilismarót im Durchschnitt jährlich 15—20°, während im übrigen Teil der Kleinen Ungarischen Tiefebene nur 10—15 (Abbildung 7).

Die Zahl der Wintertage beträgt im Gebiet von Komárom—Pilismarót im Durchschnitt jährlich 25—30, während im überwiegenden Teil der westlich davon liegenden Gebiete weniger als 25.

Die oben genannten Klimagrenzen stimmen mit den neuen Florengrenzen vollkommen überein und sprechen für ihre Richtigkeit.

»Bezeichnend für das Klima der Kleinen Ungarischen Tiefebene ist die mittelmässige Schwankung der Temperatur. Der Winter ist nicht zu rauh und der Sommer ist nicht zu heiss. Die Sonne scheint hier viel weniger, die Bewölkung und die Luftfeuchtigkeit ist viel grösser, als auf der Grossen Ungarischen Tiefebene. Die Menge der Niederschläge ist knapp, wenn auch günstigere Schneeverhältnisse und kleinere Niederschlagsschwankungen herrschen, als in der Grossen Ungarischen Tiefebene. Mit sehr grosser Windstärke ist dieser der windigste Teil des Landes, die NW Windrichtung dominiert. Das Gebiet hat ein ziemlich einheitliches Klima mit langsamen Übergängen, an Meso- und Mikroklimaten arm.« (Bacsó—Kakas—Takács: »Magyarország éghajlata« [Klima Ungarns] 1953 : 211—212).

Das Klima ist daher typisch semihumid-semiarid, (Volk 1931 Ober-Rheingebiet, Soó 1933 Nyírség, Klika 1933 Böhmen, 1934 Marchfeld), charakteristisch für die Waldsteppenzone (Soó 1929).

Wenn man die makroklimatischen Angaben mit den Angaben des Nyírség, des Donau—Theiss Zwischenstromgebiets, des Marchfeldes und des Ober-Rheins vergleicht, so wird es klar, dass diese im grossen und ganzen gleichlautend sind, nur die Werte der Temperaturschwankungen nehmen verständlicherweise von Osten nach Westen zu, ab.

40jährige Mittelwerte der Niederschlagsmenge in Millimetern

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Jhrs.
Debrecen	31	31	36	46	59	68	58	61	47	55	46	42	580
Kecskemét	25	26	34	47	57	53	48	48	50	49	45	36	518
Bánhida	32	30	39	45	62	58	53	57	55	50	44	42	567
Mór	34	33	41	52	72	59	54	63	60	56	47	44	615
Győr	34	31	37	47	61	59	62	59	56	48	43	46	583
Kapuvár	30	33	40	53	68	67	71	70	68	48	44	44	634
Magyaróvár	36	33	38	44	65	58	61	60	57	46	46	48	592
Bratislava	min. 37					max. 74							707
Karlsruhe	min. 40				max. 80								742
Mannheim	27 min.				max. 57								519
Mainz	27 min.					max. 56							490

50jährige Mittelwerte der Temperaturschwankungen zwischen Maxima u. Minima in °C

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Jhrs.
Debrecen	23,8	24,1	26,3	27,7	28,1	26,1	25,4	26,4	27,1	26,1	24,4	22,5	54,6
Kecskemét	23,0	25,3	25,8	25,1	26,2	25,1	24,6	25,2	26,4	26,1	23,2	22,3	53,5
Bánhida	22,3	25,3	25,4	25,7	26,7	24,7	24,6	24,3	25,0	25,5	21,6	23,3	54,2
Győr	21,1	23,1	23,9	24,5	25,2	23,3	22,4	23,2	23,4	22,3	20,7	21,4	49,4
Magyaróvár	23,8	23,7	24,6	24,7	25,3	24,4	22,8	24,1	25,0	23,8	20,6	21,6	50,0

Werte der jährlichen Schwankungen der Mitteltemperatur in °C

Debrecen	23,8
Kecskemét	23,7
Bánhida	22,4
Győr	22,3
Magyaróvár	21,8
Bratislava	22,7
Karlsruhe	19,0
Mannheim	19,1
Mainz	19,0

50jährige Mittelwerte der Lufttemperatur in °C

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Jhrs.
Debrecen	— 2,6	0,6	5,0	10,7	16,5	19,1	21,2	20,3	15,9	10,3	4,5	0,0	10,0
Kecskemét	— 1,8	0,1	5,5	11,0	16,6	19,7	21,9	20,9	16,5	10,8	4,8	0,4	10,5
Bánhida	— 1,5	0,1	5,2	10,4	15,5	18,8	20,9	20,0	16,4	10,7	4,8	0,4	10,1
Győr	— 0,9	0,7	5,8	11,0	16,4	19,4	21,4	20,3	16,4	10,8	5,2	1,1	10,6
Magyaróvár	— 1,4	0,1	5,1	10,2	15,4	18,3	20,4	19,4	15,6	10,1	4,6	0,7	9,8
Bratislava	— 1,6	min.				max.	21,1						10,0
Karlsruhe	0,1	«				«	19,1						10,0
Mannheim	0,2	«				«	19,3						10,0
Mainz	0,0	«				«	19,0						9,8

Diese klimatischen Daten, ebenso wie die verschiedenen, von klimatisch ähnlichen Gebieten beschriebenen, ökologisch und strukturmässig ähnlichen, aber verschiedenartig zusammengesetzten Pflanzengesellschaften beweisen, dass die abweichende entwicklungsgeschichtliche Vergangenheit der einzelnen Gebiete auch unter ähnlichen Verhältnissen der Schöpfer von verschiedenen Pflanzengesellschaften wird und die qualitative Zusammensetzung der Vegetation streng bestimmt. So sind *Festuceto-Corynephoretum* des Nyírség, des Donau—Theiss Zwischenstromgebiets und der Kleinen Ungarischen Tiefebene, *Festuca vaginata-Dianthus serotinus*-Assoziation am Marchfeld, *Corynephoretum* und *Koeleria glauca-Jurinea cyanoides*-Ass. im Rheingebiet, ähnlich erscheinende Pflanzengesellschaften von entsprechender Ökologie, sind aber in ihrer Zusammensetzung sehr verschieden, nachdem die kontinentalen Arten von Osten nach Westen fortschreitend an Zahl immer abnehmen und von atlantischen Elementen ersetzt werden.

Beschreibung der Pflanzengesellschaften

Molinio-Arrhenatheretea Br.-Bl. et Tx.

Molinietalia Koch

Molinion coeruleae Koch

Molinietum coeruleae Koch

Häufige Pflanzengesellschaft der Dünenniederungen, die an manchen Orten auch neben der Donau erscheint. Sie spielt in Sokoróalja eine viel geringere Rolle, woihre Stelle vom *Caricetum davallianae* übernommen wird, mit dem sie auch ein K omplex bilden kann, oder baut an seinem Rande kleinere Bestände auf. Man findet sie in erster Linie auf basisch reagierendem Sand, auf saurem Sand ist sie ärmer ausgebildet oder wird von der *Carex hostiana*-Subassoziation, welche sich schon mit den Elementen des *Caricetum davalliane* vermengt vertreten. Diese letztere bildet sich hauptsächlich um die quellen-moorigen Orte. Sie geht im Laufe der Sukzession auf kalkhaltigem Sand zum *Agrostetum*, an saurem Sand zum *Deschampsietum* über.

Verbands-Charakterarten: *Sanguisorba officinalis*, *Succisa pratensis*, *Succisella inflexa*, *Linum catharticum*, *Cirsium canum*, *Dianthus superbus* (einziges Vorkommnis im Gebiet), *Allium angulosum*, *Carex hostiana*, *Molinia coerulea*. *Carex distans* kommt mehrerorts massenhaft vor. Dies zeigt auf das Eintreten der Alkalisierung.

Caricion davallianae Klika

Caricetum davallianae Klika (Tab. I)

Von diesem habe ich auf unserem Gebiet drei Bestände zwischen Betlehem- und Kisszentpálpuszta sowie auch in der Umgebung von Felpéc gefunden. Ein vierter Bestand zwischen Kisszentpálpuszta und Koroncó trocknete wegen der Wasserregulierung aus, und seine Stelle wird heute durch *Molinietum* und *Agrostetum albae* besetzt. An jedem Orte kommt es in Dünenzwischenräumen vor, gewöhnlich in der Nähe von Quellen, die den hohen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens ständig sichern. Sein Boden kennzeichnet sich durch eine dicke (20—30 cm), schwarzfarbige, an Torf und Humus reichhaltige Oberschicht, welche über eine dicke graufarbige, ausgelaugte Schicht in den sandigen, seltener lössartigen Untergrund übergeht. Die Reaktion des Bodens ist schwach basisch (pH : 7,1—7,6), was durch das Erscheinen mehr oder weniger kalkliebender Arten des *Molinietums* *(Dianthus superbus, Succisa pratensis, Sanguisorba officinalis,* usw.) bezeugt wird.

Diese Gesellschaft gehört in die Gruppe der basischen (kalkreichen) Flachmoore *(Caricion davallianae)*, welche bei uns neuerdings auch Soó von den feuchten Moorwiesen *(Molinion)* trennte (1954). Hierher nehmen wir auch die Pflanzengesellschaften von *Schoenus nigricans*, *Sesleria coerulea* und *Juncus subnodulosus*. Bei diesen Assoziationen ist es charakteristisch, dass sie gewöhnlich keine gut abgrenzende Bestände, sondern mit dem *Molinietum* sowohl als auch unter sich eine ganze Reihe der verschiedensten Komplexe bilden. Soó beschreibt vom Balaton-Gebiet *Schoenus-Juncus-Sesleria*, *Schoenus-Juncus-Sesleria-Molinia*, *Schoenus-Sesleria-Molinia* und *Sesleria-Molinia* Assoziationskomplexe (1933 : 60). Zólyomi erwähnt aus dem Hanság ebenfalls *Sesleria-Molinia* Komplexe (1934 : 162). Wir können diese Gesellschaft eher als *Carex davalliana-scabra Juncus subnodulosus* Komplex auffassen. Die Lage wird dadurch sehr vereinfacht, dass auf ihrem Gebiet *Sesleria* überhaupt nicht vorkommt, während *Schoenus* ganz gesonderte Bestände bildet. Deshalb bin ich der Meinung, dass es an der Hand liegt, die Gesellschaft eher als *Juncus subnodulosus*-Fazies des *Caricetum davallianae* zu betrachten. Gleichweise verfährt Zólyomi mit der am Teich von Veresegyháza liegenden Moorwiese (Soó—Zólyomi 1951 : 181), welche auch in ihrer Zusammensetzung höchst ähnlich ist. Diese Pflanzengesellschaft unterscheidet sich aber von all diesen sowohl, wie auch von den vom Gebiet des Hanság beschriebenen Gesellschaften durch das konstante Vorkommen des *Eriophorum latifolium* und *E. angustifolium*. Dieser Umstand verleiht ihr ein eigentümliches Gepräge.

Verbands-Charakterarten : *Polygala amarella*, *Pedicularis palustris*, *Taraxacum palustre*, *Juncus subnodulosus*, *Epipactis palustris*, *Eriophorum latifolium*, *Carex davalliana-scabra*, *C. flava*. Konstante Arten (K : V) : *Ranunculus acer*, *Potentilla erecta*, *Valeriana dioica*, *Cirsium rivulare*, *C. canum*, *Eriophorum latifolium*, *E. angustifolium*, *Carex davalliana*, *C. panicea*, *C. distans*, *Briza media*, *Drepanocladus aduncus*. Subkonstante Arten (K : IV) : *Sanguisorba officinalis*, *Carex flacca*, *C. gracilis*, *Phragmites communis*, *Calliergon cuspidatum*.

Faziesbildende Arten sind : *Juncus subnodulosus*, *Eriophorum latifolium*, *Carex panicea*, *C. distans*.

Tabelle I

Caricetum davallianae

		Bedeckung %	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	A—D	K
			95	80	85	90	95	100	100	95	100	90	100	100		
Charakterarten Vbd. *Caricion davallianae* und *Eriophorion latifolii*																
H	Eu	*Carex davalliana = scabra*	+—1	1	1—2	3	3	3—4	4	+	+	.	+	.	+—4	IV—V
H	Eu	*Polygala amarella*	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	II
H	Bor	*Pedicularis palustris*	.	+	+—1	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+—1	II—III
H	Eua	*Taraxacum palustre*	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
H	Atl-M	*Juncus subnodulosus*	2—3	1 (3)	3	.	+	.	.	+	2—3	+—1	+	.	+—3	IV
G	Eua	*Epipactis palustris*	.	.	+—1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+—1	I
H	Cp	*Eriophorum latifolium*	2	2	2	3	3	+	1	1	2	1—2	1	2	+—3	V
H	Atl-Bor	*Carex flava*	.	+—1	.	.	.	+	1	3—4	3	3—4	3	3	+—4	IV
Charakterarten Vbd. *Molinion* bzw. Ord. *Molinietalia*																
H	Cp	*Sanguisorba officinalis*	1	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+—1	.	+—1	IV
H	Eua	*Galium uliginosum*	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	II
H	Eua	*Valeriana dioica*	+	+	+	+—1	+—1	+—1	+	+—1	+	+—1	+—1	+	+—1	V
H	Eua	*Succisa pratensis*	+	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	II
H	Em	*Succisella inflexa*	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	I
Th	Em	*Euphrasia kerneri*	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	I
H	Em	*Cirsium rivulare*	+	+	+	+	+	.	+	+	+	.	+	+	+	IV—V
H	Em	*Scorzonera humilis*	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	+	II—III
H	Eua	*Dianthus superbus*	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	I
G	Kt	*Allium angulosum*	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	II
G	Eua	*Iris sibirica*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	I
G	Em	*Orchis laxiflora* ssp. *palustris*	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	I
H	Cp	*Eriophorum angustifolium*	.	+	+	1	+—1	1	1—2	+	+—1	1	.	+	+—2	IV—V
G	Cp	*Carex panicea*	1	+—1	1	+—1	1	2—3	2	2	+	2	2	1—2	+—3	V
H	Eua	*Molinia coerulea*	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	I
Begleiter																
G	Cp	*Equisetum palustre*	.	.	.	.	+	.	+	+	+	+	+	+	+	III
H	Cp	*Caltha palustris*	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	III
H	Eua	*Ranunculus acer*	+	+	+	+	+—1	+	+—1	+	.	+—1	+	+	+—1	V
H	Eua	*Potentilla erecta*	1	+	+—1	+—1	+—1	1	+—1	+—1	1	+—1	1	+	+—1	V
H	Em	*Tetragonolobus maritimus*	+	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+	+	II—III
H	Eua	*Selinum carvifolia*	.	+	.	+	+	.	+	.	+	.	+	.	+	III
H	Eua	*Angelica silvestris*	+	+	.	.	.	+	+	+	.	+	+	+	+	IV
H	Eua	*Galium palustre*	.	.	.	.	+	.	+	+	+	+	+	+	+	III
H	Cp	*boreale*	+—1	.	.	+	.	.	+	.	+	.	+	+	+—1	III
H	Eua	*Myosotis palustris*	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	+	II
H	Eua	*Mentha aquatica*	+	.	.	.	+	.	+	+	+	+	+	.	+	III
Th	Eu	*Rhinanthus minor*	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+	+	II
H	Cp	*Gratiola officinalis*	.	+	.	.	.	+	.	+	+	.	+	.	+	II
H	Eua	*Chrysanthemum leucanthemum*	.	.	.	.	.	+	+—1	.	+	+	+	+	+—1	III
G	P-Pa	*Cirsium canum*	.	+—1	+	+	+—1	+	+	+	+	+	+	+—1	+—1	V
H	Eua	*Lychnis flos-cuculi*	.	.	.	.	.	.	.	+	+—1	.	+	1	+—1	II
Ch	Eua	*Lysimachia nummularia*	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	+	II
G	Eua	*Veratrum album*	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	+—1	+—1	II
G	Eu	*Iris pseudacorus*	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	+	II
G	Eua	*Eleocharis uniglumis*	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	I
HH	Bor	*Carex appropinquata*	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	I
G	Eu	*flacca*	1	.	+	+	1	.	+	+	+	.	.	+	+—1	IV
HH	Eua	*gracilis*	+	.	+	+	.	+	.	+—1	.	+	1	+	+—1	IV
H	Cp	*pallescens*	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	II
H	Eua	*distans*	2—3	2	2	2	2	1	2	2	+	.	+—1	+	+—3	V
H	Eua	*Briza media*	+	+	+	+—1	+	1	1	1	+	+—1	+	1	+—1	V
HH	Ko	*Phragmites communis*	+	+—1	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+—1	IV—V
H	Eua	*Holcus lanatus*	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+	+	II
		Moosschicht Bedeckung %	50	40	35	50	55	30	30	40	50	55	45	40		
B		*Drepanocladus aduncus*	2—3	1	1	3	2—3	2—3	1	2—3	2	3	2	2	1—3	V
B		*sendtneri*	+	1—2	2	.	+	.	+—1	.	.	.	.	.	+—2	II—III
B		*Fissidens adianthoides*	.	.	.	.	.	.	.	1	1—2	+	.	.	+—2	II
B		*Philonotis calcarea*	+—1	2	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+—2	II—III
B		*Calliergon cuspidatum*	2—3	.	+	1	1	.	.	+	+—1	+	+—1	+—1	+—3	IV
B		*Bryum ventricosum*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1—2	2	+—2	II
B		*Chrysohypnum stellare*	.	+	.	+	2	+	2	.	.	.	.	.	+—2	II—III

Accidenter : Ranunculus bulbosus, Pastinaca sativa, Plantago altissima, P. lanceolata, Alopecurus pratensis, Agrostis alba etc.

Die *Eriophorum*-Fazies steht am Anfang der Sukzession, entwickelt sich auf den feuchtesten Orten und stellt die Abstufung zur *Carex flava*-Konsoziation dar. *Carex distans*-Fazies entwickelt sich an höheren Lagen, sie ist die trockenste Eigenart, welche die Sukzession zum *Agrostetum albae*, beziehungsweise im Falle der Alkalisierung des Bodens zum *Agrosteto-Caricetum distantis* fördert. Infolge der Entwässerungen gewinnt hauptsächlich diese Fazies immer grösseren Raum.

Carex flava, consociatio nova

Ihren einzigen Bestand traf ich, mit *Caricetum davallianae* einen Komplex bildend, bei der Gemeinde Felpéc. Sie zieht die feuchtesten, bewässerten, moorigen Orte vor. Ihre Bestände werden von *Carex euflava* gebildet. Diese Art ist in unserem Bereich nur hier zu finden ; anderswo kommt nur ssp. *lepidocarpa*, oder die Übergangsform beider vor.

Die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaft stimmt im grossen Masse mit dem *Cariceto flavae-Eriophoretum* überein, welche durch Soó vom Bükk-Gebirge bei Kolozsvár (Siebenbürgen) beschrieben worden ist (1947: AGH. VI/1). Er reihte es in den Verband des *Eriophorion latifolii* Br.—Bl. et Tx. (Gebirgsmoorwiesen) ein. Etwa 60% der Arten ist mit unseren gemein, sogar auch die Mehrheit der Charakterarten.

So : *Equisetum palustre*, *Potentilla erecta*, *Sanguisorba officinalis*, *Selinum carvifolia*, *Valeriana dioica*, *Pedicularis palustris*, *Cirsium rivulare*, *C. canum*, *Lychnis flos-cuculi*, *Eriophorum latifolium*, *E. angustifolium*, *Carex panicea*, *C. flava*, *C. distans*, *Briza media*, *Drepanocladus aduncus*, *Calliergon cuspidatum*, *Chrysohypnum stellare*.

Trotz all dem können die beiden Gesellschaften nicht als identisch betrachtet werden. Von den Charakterarten fehlt bei uns *Carex buxbaumii* und die montane *Caltha laeta*, gleichzeitig kommt in ihr *Carex davalliana* und *Juncus subnodulosus* vor, schliesslich hat sie keine selbständige Charakterart dem *Caricetum davallianae* gegenüber, wofür diese Gesellschaft als dessen Konsoziation betrachtet werden kann. Ihre faziesbildenden Arten sind, ähnlich dem *Caricetum davallianae*, *Eriophorum latifolium*, *Carex panicea* und *Juncus subnodulosus*. Letztere Art bedeutet den Übergang zum echten *Caricetum davallianae*.

Ich habe die beiden Pflanzengesellschaften in der *Caricetum davallianae*-Tabelle zusammengefasst. Die ersten 7 Aufnahmen beziehen sich auf das typische *Caricetum davallianae*, die übrigen 5 Aufnahmen (Nr. 8—12) auf die *Carex flava* Konsoziation.

Ökologisches Spektrum :

Lebensformen	Ch	H	G	HH	Th
% der Arten	2	66	22	6	4
Gruppenmenge % .	0,25	86	12	1,25	0,5

Verteilung der Florenelemente :

	Cp	Eua	Eu	Em	Kt	M	Bor	At-B	At-M	P-P	Ko
% der Arten	18	46	10	12	2	—	4	2	2	2	2
Gruppenanteil % ..	23	45	9	8,5	1	—	1,5	2,5	2,5	3,5	3

(Die Verteilung der Lebensformen und Florenelemente wird nach dem Diagramm von PÓCS dargestellt. Seine originelle Beschreibung s. Bot. Közl., 1954, 294—295.)

Kennzeichnend für das *Caricetum davallianae* sind die sehr hohen Prozente der zirkumpolaren, eurasischen, europäischen und mitteleuropäischen Arten. Die kontinentalen und mediterranen Arten treten vollkommen zurück, während die atlantischen und borealen Elemente eine grössere Rolle spielen.

Agrostion albae Soó

Deschampsietum caespitosae Horvatić

In Sokoróalja und entlang der Donau häufig, aber nur in fragmentarischer Ausbildung und artenarm. Man trifft sie in feuchteren Niederungen in Dünenzwischenräumen, wie auch auf den Terrassen des jüngsten Holozäns in den Überschwemmungswiesen der Donau. Sein Boden ist gebunden, mit einer an Rohhumus ziemlich reichen Oberschicht, und von einer schwach sauren Reaktion. Von den von HORVATIĆ mitgeteilten vier Subassoziationen ist nur *Deschampsietum caespitosae caricetosum distantis* typisch erhalten (1930 : 92). Es wird entlang der Donau durch den *Plantago altissima*-Fazies ersetzt. ZÓLYOMI war der erste der diesen Fazies beschrieb und zwar gleichfalls von einem zur Donau nahe liegenden Gebiet, aus dem Hanság (1934 : 154). Viel verbreiteter ist aber sein mit *Agrostetum albae* gebildeter Komplex, welcher zuerst von SOÓ vom Balatongebiet unter dem Namen *Agrostis alba-Deschampsia caespitosa-Carex distans* Komplex (1933 : 683), sodann von UJVÁROSI von der Umgebung von Kehida in Transdanubien mit der Bezeichnung *Agrosteto-Deschampsietum* (1947 : 95) mitgeteilt wurde. Unsere meisten Bestände können mit diesem letzteren als identisch betrachtet werden. Ihre massenhaft auftretenden Arten sind: *Deschampsia caespitosa*, *Agrostis alba*, *Ranunculus repens*, *R. acer*, *Potentilla reptans*, *Trifolium pratense*, *Lychnis flos-cuculi*. Wenn *Festuca pratensis*, *Poa pratensis* und *P. trivialis* dominierend werden, so deutet das auf trockenen, losen Boden und zeigt einen Übergang zum *Festucetum pratensis*.

Agrostetum albae Soó

Die Sumpfwiesen der Tiefebene sind viel mehr verbreitet als die von Transdanubien. Dort sind sie sowohl in kalkigem als auch in saurem Sand der sanft abfallenden Dünenzwischenräumen, in Überschwemmungsgebieten in grosser Aus-

dehnung häufig. Ähnliche Gesellschaft wie *Agrosteto-Molinietum* des Donau—Theiss Zwischenstromgebiets bildet sich auch hier aus, aber nur selten, so dass in den Dünenzwischenräumen nicht diese Gesellschaft herrscht. In ihr dominieren, *Deschampsia* ausgenommen, die in voriger Gesellschaft aufgezählten Arten, ausserdem *Carex distans*, welche manchmal auch auf Flächen von einem Quadratkilometer homogene Bestände bildet. In dieser Fazies sind noch mehrere Arten des *Molinion* zu finden : *Sanguisorba officinalis*, *Succisa pratensis*. Ihre typischen Arten sind : *Daucus carota*, *Rhinantus minor*, *Achillea asplenifolia*, *Cirsium brachycephalum*, *C. canum* und viel *Plantago lanceolata*.

Alopecuretum pratensis Soó

In vielen Orten ist es prächtig und reichlich entwickelt. Bei Kisszentpálpuszta gibt es auch Bestände von 1,5 Meter Höhe. Die obere Rasenschicht wird von *Alopecurus pratensis*, die untere von *Poa pratensis* gebildet. Seine typischen Arten sind : *Caltha palustris*, *Ranunculus repens*, *R. bulbosus*, *Thalictrum lucidum*, *Th. flavum*, *Angelica silvestris*, *Galium palustre*, *Symphytum officinale*, *Veronica longifolia*, *Centaurium uliginosum*. Auf feuchteren Orten entwickelt sich der Fazies des *Carex gracilis* aus, der zu den Gesellschaften des *Magnocaricion* den Übergang zeigt.

Festucetum pratensis Soó

Von allen Sumpfwiesen ist diese Art in unserem Gebiet am meisten verbreitet. Seine Erscheinung ist wegen der Massenverteilung der zahlreichen kodominanten Arten sehr abwechslungsreich. Anstatt *Festuca pratensis* können *Poa trivialis*, *Bromus commutatus*, *Agrostis alba*, *Festuca arundinacea* und *Briza media* herrschen. Seine Zusammensetzung ist im allgemeinen mit der Gesellschaft *Alopecureto-Festucetum*, welche aus der Umgebung von Kehida von Ujvárosi mitgeteilt wurde (1947 : 98), ähnlich. Sehr interessant sind die am unteren Donauterrassen prunkenden, ausserordentlich reich zusammengesetzten Sumpfwiesen, welche in einem Komplex zusammengefasst, alle zwischen *Molinion* und *Arrhenatherion* vorhandenen Sukzessions-Stadien enthalten.

Arten des *Molinion : Sanguisorba officinalis, Clematis integrifolia, Lathyrus paluster, Galium boreale, G. palustre, Allium angulosum, Leucojum aestivum, Iris sibirica.* Arten des *Agrostion : Symphytum officinale, Plantago altissima, Colchicum autumnale, Festuca pratensis, F. arundinacea, Poa trivialis, Deschampsia caespitosa, Agrostis alba.* Arten des *Arrhenatherion : Trifolium pratense, Lotus corniculatus, Coronilla varia, Lathyrus pratensis, Polygala comosa, Rhinanhus minor, Achillea millefolium, Rumex acetosa.*

Arrhenatheretalia Pawl.

Arrhenatherion elatioris Pawl.

Arrhenatheretum elatioris (Br.—Bl.) Scherrer.

Die Gesellschaft mit höchstem Heuertrag in unserem Gebiet, welche auf der Stelle der Klimax Waldgesellschaft, der *Querceto-Convallarietum* zustande kommt. Ihre Entstehung und Aufrechterhaltung verdankt sie antropogenen Faktoren (Rodung und Mahd). Sie kommt nur in Sokoróalja vor, dort auch in sehr fragmentarischer Ausbildung. Trotzdem ist sie an Arten sehr reich, wetteifert mit den Kehidaer Beständen von UJVÁROSI (1947 : 99), nähert sich sogar stellenweise an die *Arrhenathereta* von SOÓ , aus der Umgebung von Sopron (1940 : 30), welche ohne Zweifel schon typisch ausgebildet sind. Dominierende Arten : *Arrhenatherum elatius*, *Festuca pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Anthoxanthum odoratum*, *Poa angustifolia*. Fazies dieser letzteren bedeutet den Übergang zum *Festucetum sulcatae*. Ihre Kennarten sind : *Trifolium campestre*, *T. montanum*, *T. pratense*, *Coronilla varia*, *Polygala comosa*, *Galium mollugo*, *Centaurea jacea*, *C. pannonica*, *Rumex acetosa*, *Avenastrum pubescens*, *Arrhenatherum elatius*.

Festuco-Brometea Br.—Bl. et Tx.

Festucetalia Soó 1940 (Br.—Bl. et Tx. 1943)

Festucion sulcatae Soó

Festucetum sulcatae danubiale Soó (Tab. II)

Grössere Bestände sind an den Rodungen der Sandwälder des Vértes-Gebirges, oberhalb Mór und Pusztavám, sowie in der Umgebung von Almásfüzitő, Ölbőpuszta und Győrszentiván zu finden. Sein Boden eignet sich für den Ackerbau, deshalb blieb es nur in den Lichtungen der Eichen- und Robinienwälder erhalten, dort auch in fragmentarischer Ausbildung. Anderswo bildet es sich durch das Weiden und Niedertreten sekundär in die Gesellschaft *Potentillo-Festucetum pseudovinae* um. Trotzdem ist die Gesellschaft reich ausgebildet, seine sich auf kalkhaltigem Sand befindenden Bestände zeigen mit jenen des Donau—Theiss Zwischenstromgebiets Ähnlichkeit; die auf saurem Boden entsprechen den Beständen am Nyírség. Sehr charakteristisch sind in der Gesellschaft jene Elemente, welche sich aus den Kalkstein- und Dolomitfelsen des Mittelgebirges auf den Sand hinunterliessen. (Ősmátra Theorie, KERNER 1863 : 314, BORBÁS 1900 : 201—261). Diese Arten sind : *Hippocrepis comosa*, *Daphne cneorum*, *Teucrium montanum*, *Globularia aphyllanthes*, *Iris pumila*, *Carex humilis*.

Tabelle II

Festucetum sulcatae danubiale

		Bedeckung %	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	A—D	K
			90	95	90	90	90	85	90	80	95	85	100	100	90	90	95		
		Charakterarten Vbd. *Festucion sulcatae*																	
H	Kt	*Festuca sulcata*	4	4—5	3	3	3—4	3—4	3	4	2	4	3	4	3	3—4	3	2—5	V
H	Pm	*Ranunculus illyricus*	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+	.	+	.	.	.	+	II
H	Kt	*Thalictrum minus*	.	.	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	+—1	+	+—1	+—1	II
H	Kt	*Adonis vernalis*	1—2	1—2	.	.	.	+	1—2	+	+	+	.	.	.	+	+	+—2	III
Th	Eua	*Medicago minima*	+	.	+	.	.	+	+	1	.	.	.	+	+	.	.	+—1	III
N	A-B	*Dorycnium germanicum*	1	1	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.	+	.	+—1	II
H	MM	*Astragalus exscapus*	.	+—1	.	.	.	.	.	+—1	1—2	.	.	.	.	.	.	+—2	I
H	Kt	*austriacus*	.	.	.	.	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	II
H	P	*asper*	.	.	.	+—1	1	1	+—1	+	+	.	.	.	.	.	.	+—1	II
H	Kt	*Hippocrepis comosa*	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
H	Pm	*Seseli varium*	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	1	+	+	+	+	+—1	III
G	Kt	*Orobanche coerulescens*	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
Th	Eua	*Thesium ramosum*	+—1	+—1	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+	+—1	+—1	+—1	III
H	Kt	*Melandrium viscosum*	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+	II
G	M	*Allium sphaerocephalum*	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	II
G	P-Pa	*Iris flavissima* var. *arenaria*	.	.	+—1	+	+	.	+	.	+	+	+	+	+	+—1	+	+—1	III
G	Kt	*Carex wohlfebii*	.	.	+—1	+	1+2	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+—1	+—2	II
H	M	*Chrysopogon gryllus*	.	+	+	+—1	+	.	+	+	.	.	3	+—1	.	.	.	+—3	III
		Charakterarten Ord. *Corynephoretalia*																	
H	End	*Linum hirsutum* ssp. *glabrescens*	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
H	Kt	*Euphorbia seguieriana*	+—1	+	+	1	+	+	+	+—1	+	.	.	+—1	+—1	+	+—1	+—1	V
H	P	*Onosma arenaria*	+	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	II
Ch	Em	*Thymus serpyllum* s. str.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	+	.	+—1	I
H	Pm	*Alyssum montanum* ssp. *gmelin*	+	+	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	+—1	+	+—1	+—1	III
H	Kt	*tortuosum*	+	+	+—1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+—1	II
TH	Kt	*Eryngium diffusum*	.	.	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	+	+	+	+	II
H	P	*Syrenia cana*	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
TH	Em	*Jasione montana*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+—1	+	+	+	+—1	II
H	Kt	*Helichrysum arenarium*	+—1	+—1	+	+—1	1	.	+	.	+	.	.	+	+	+—1	+	+—1	IV
H	Kt	*Echinops ruthenicus*	+—1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+—1	I
H	End	*Centaurea arenaria* ssp. *tauscheri*	.	.	+	.	+	.	.	+	+	+	.	+	.	.	.	+	II
G	Kt	*Gypsophila paniculata*	.	.	.	.	+—1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+—1	I
Th	Eu	*Cerastium semidecandrum*	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	I
H	Pm	*Minuartia setacea*	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
Th	M	*fastigiata*	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+—1	I
Th	P	*Polygonum arenarium*	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	+	I
H	End	*Festuca vaginata*	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	1	+	.	+—1	II
H	Kt	*Koeleria glauca*	.	.	3	1	1	1—2	+—1	1	2	+	.	.	+—1	+—1	1	+—3	IV
		Begleiter																	
H	Pa-Ba	*Pulsatilla grandis*	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	I
H	Em	*nigricans*	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	I
H	Eua	*Ranunculus polyanthemos*	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	+	.	.	.	+	II
H	Kt	*Fragaria viridis*	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	.	.	.	.	+	II
H	Kt	*Potentilla arenaria*	+	1	1	1—2	+—1	+	+	+	.	.	1	+	1—2	+	1	+—2	V
H	Eua	*Filipendula vulgaris*	+	+	.	+	+	+	+	.	+—1	+	1—2	+	+	+—1	+	+—2	V
H	M	*Sanguisorba minor* ssp. *muricata*	+—1	+	+—1	.	.	.	.	.	.	.	+—1	+—1	.	.	.	+—1	I
Ch	Em	*Sedum sexangulare*	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+—1	+	.	.	.	+—1	I
N	Eu	*Genista tinctoria* ssp. *elata*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+—1	+—1	+	+—1	+—1	II
N	P	*Cytisus austriacus*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	+—1	I
H	Em	*Ononis spinosa*	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	+—1	+	I
H	Eua	*Medicago falcata*	.	.	.	+—1	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	+	II
TH	Eua	*Trifolium campestre*	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	+	I
H	Kt	*montanum*	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	I
H	Eua	*pratense*	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+	+	+	+	II
Th	Eua	*arvense*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	I
H	P-Pa	*Anthyllis vulneraria* ssp. *polyphylla*	+	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	+	+	+	III
H	Eua	*Lotus corniculatus*	.	.	.	+	+	+—1	+	.	.	.	+—1	.	.	.	.	+—1	II
H	Em	*Coronilla varia*	+	+	+	+	+—1	+	+	.	.	.	+—1	.	+	.	+	+—1	IV
H	Kt	*Astragalus onobrychis*	+	+	+	+	+—1	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	+—1	III
N	Em	*Daphne cneorum*	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	I
H	Eua	*Polygala comosa*	.	.	.	.	.	+—1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+—1	I
H	Eu	*amarella*	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	+	I
H	Pm	*Eryngium campestre*	1	+—1	1	+—1	+—1	.	+	+	+	+	.	+	+—1	+	+—1	+—1	V
H	Eua	*Pimpinella saxifraga*	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	+	.	.	.	+	II
H	Kt	*Seseli hippomarathrum*	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
H	Eu	*Peucedanum oreoselinum*	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	2—3	2	+	+—3	II
H	M	*Asperula cynanchica*	+	1	+—1	11	+—1	.	.	.	.	.	1—2	+	1—2	+	+—1	+—2	IV
H	Kt	*Galium verum*	.	.	+	+—1	+—1	+—1	+—1	+—1	+	1	+	+—1	1	+	+	+—1	V
H	Kt	*Scabiosa canescens*	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+—1	+	+	+—1	III
H	Kt	*ochroleuca*	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	II
H	M	*Geranium sanguineum*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	+	II
H	Ko	*Euphorbia cyparissias*	+	+—1	1	+—1	+—1	+	+—1	+	+	.	+—1	+	+	+	+	+—1	V
TH	Em	*Anchusa officinalis*	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	+	+	II
Ch	M	*Teucrium chamaedrys*	+	+—1	1	1—2	1—2	+	1	+	1 (3)	+	1—2	1	1—2	1	2	+—3	V
Ch	M	*montanum*	+	+—1	.	1	1—2	+	+	+—1	.	.	.	.	.	.	.	+—2	III
H	Ko	*Prunella vulgaris*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	I
H	P	*Salvia austriaca*	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	I
H	Kt	*nemorosa*	.	.	.	+	+	+	.	.	+	.	+	+	.	.	.	+	II
H	Pm	*pratensis*	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	+	+	+	+	+	+	III
H	Pm	*Stachys recta*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+—1	+	.	+	+	+—1	II
Th	M	*Satureja acinos*	+	+	.	.	.	+	+	1	+	.	+—1	+	+	+	+	+—1	IV
Ch	Kt	*Thymus marschallianus*	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	I
Ch	Kt	*glabrescens* s. l.	2	1	1	1—2	+	+—1	+	+	+	.	2—3	1—2	2—3	+	+—1	+—3	V
H	Kt	*Linaria genistifolia*	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	I
H	Em	*Veronica austriaca*	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	I
H	Kt	*teucrium*	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	I
H	Eua	*spicata*	.	+	+	+	+	.	.	.	+	+	+—1	1	1	+	+—1	+—1	IV
Th	Eu	*Rhinanthus minor*	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	I
H	M	*Globularia aphyllanthes*	1	+—1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+—1	II
G	Em	*Orobanche alba*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	+	I
H	Ko	*Plantago lanceolata*	.	.	.	.	.	+	+—1	.	+	+	+	.	.	.	.	+—1	II
H	Eua	*media*	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	II
TH	Cp	*Arabis hirsuta*	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	+	I
Th	Cp	*Turritis glabra*	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	I
H	Em	*Helianthemum ovatum*	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1—2	+	+	+—1	+—1	+—2	III
H	Kt	*Campanula sibirica*	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	I
H	Eua	*Achillea setacea*	.	+	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	II
H	Kt	*pannonica*	+	.	+	+—1	+	+	+—1	.	+—1	+	+	+	+	+	+—1	+—1	V
H	Eua	*Senecio jacobaea*	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+	II
H	Em	*Centaurea pannonica*	+—1	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+—1	II
H	Em	*rhenana*	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	+	II
TH	Eua	*micranthos*	.	.	+	+	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	+	III
H	End	*sadleriana*	+—1	+	.	+	+	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+—1	II
H	Eu	*Hieracium pilosella*	.	.	.	+—1	+—1	+	+	+	.	.	+—1	+	.	.	.	+—1	III
H	Kt	*bauhinii*	+	+	.	.	.	+—1	+	+	.	+	.	.	.	.	.	+—1	II
H	Eua	*echioides*	.	.	.	.	+—1	.	.	.	.	.	.	.	+—1	+	+	+—1	II
H	Eua	*rothianum*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	I
H	Eua	*Hypericum perforatum*	.	.	.	+	+	+	+	+	.	.	+	+	.	+	.	+	III
H	Kt	*Silene otites* var. *pseudotites*	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+—1	+	+	+—1	III
H	Pa-Ba	*Dianthus pontederae*	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+—1	.	+—1	+	+	+—1	+—1	V
Th	Eua	*Arenaria serpyllifolia*	+—1	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+—1	II
H	Ko	*Rumex acetosella*	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	I
G	M	*Muscari comosum*	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	I
G	M	*racemosum*	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	I
G	Em	*Orchis coriophora*	.	.	.	.	.	+—1	.	+—1	.	.	.	.	.	.	.	+—1	I
G	Eua	*militaris*	.	.	.	.	.	+	.	+—1	.	.	.	.	.	.	.	+—1	I
G	Eua	*Carex liparicarpos*	+	+	.	.	+	+	+—1	+	+—1	+	.	.	+	.	.	+—1	III
G	Kt	*humilis*	1	1—2	.	3 (5)	2	.	.	1	3	+	.	.	.	.	.	+—5	III
H	Cp	*Poa pratensis* ssp. *angustifolia*	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	+	II
Th	Ko	*annua*	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	I
G	Eua	*bulbosa*	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	I
H	Eua	*Briza media*	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	+	.	.	.	+	II
G	Eua	*Agropyron intermedium*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+—1	.	.	.	+—1	I
H	Eua	*Avenastrum pubescens*	.	.	.	.	.	.	+	.	+	1	.	.	.	.	.	+—1	I
H	Kt	*Koeleria gracilis*	.	.	.	.	.	+	+—1	.	.	.	+	.	.	.	.	+—1	I
H	Eua	*Phleum phleoides*	.	.	.	.	.	+	+	+	1	+	1—2	+—1	2	1—2	1	+—2	IV
H	Eua	*Stipa capillata*	+—1	.	2—3	.	1	1	+	+	.	.	.	.	+—1	+	1	+—3	III
H	Kt	*pennata*	+—1	+	2	.	1	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+—2	II

Accidenter:
Trifolium alpestre (11), *Tetragonolobus maritimus* (6), *Vicia cracca ssp. tenuifolia* (10), *Thymelaea passerina* (8), *Asperula glauca* (6), *Cynanchum vincetoxicum* (4), *Echium vulgare* (8) *Thymus praecox* (5). *Verbascum phoeniceum* (9), *Verbascum thapsus* (6), *Veronica chamaedrys* (10), *Chrysanthemum leucanthemum* (6), *Carlina vulgaris* (6), *Chondrilla juncea* (11), *Taraxacum officinale* (4), *Viscaria vulgaris* (11), *Tunica prolifera* (3), *Stellaria media* (7), *Minuartia glomerata* (4), *Minuartia verna* (7), *Allium flavum* (4), *Anthericum ramosum* (5), *Asparagus officinalis* (13), *Orchis morio* (7), *Carex praecox* (10), *Dactylis glomerata* (12), *Cynodon dactylon* (3), *Camptothecium lutescens* (1), *Tortella inclinata* (2).

Ass. und Verbands-Charakterarten : (F. : 4—5) : *Ranunculus illyricus, Adonis vernalis, Dorycnium germanicum, Astragalus exscapus, A. austriacus, A. asper, Hippocrepis comosa, Seseli varium, Melandrium viscosum, Iris flavissima* var. *arenaria*, I. *pumila*. Konstante Arten (K : V) : *Potentilla arenaria, Filipendula vulgaris, Galium verum, Euphorbia seguieriana, E. cyparissias, Teucrium chamaedrys, Thymus glabrescens* s. l., *Achillea pannonica, Dianthus pontederae, Festuca sulcata*. Subkonstante Arten (K : IV): *Coronilla varia, Asperula cynanchica, Satureja acinos, Veronica spicata, Helichrysum arenarium, Koeleria glauca, Phleum phleoides*, Faziesbildende Arten : *Koeleria glauca, Carex humilis, Teucrium chamaedrys, Chrysopogon gryllus*.

Ökologisches Spektrum :

Lebensformen	N	Ch	H	G	TH	Th
% der Arten	3	5	63	13	6	10
Gruppenmenge % .	1,2	10,2	78,3	8,1	1	2,2

Verteilung der Florenelemente :

	Cp	Eua	Eu	Em	Kt	M	P	Pm	Balk.	End	Ko
% der Arten	2	23	5,5	11	27	10,5	6,5	5	1,5	2	6
Gruppenanteil % ..	1,5	21,5	4	8	31	11	6	6,5	3,5	3	4

Kennzeichnend ist das sehr hohe (42,5) Prozent der Ostelemente (Kt, P, Pm).

Potentillo-Festucetum pseudovinae (Bojko) Soó

Diese Gesellschaft kommt in unserem Gebiet verhältnismässig selten vor. Sie entsteht durch die Wirkung des Weidens aus *Arrhenatherion*-Rasen oder aus *Festucetum sulcatae*, ferner durch die Wirkung der Entwässerung und des Weidens aus *Festucetum vaginatae holoschoenetosum*. Es dominieren : *Festuca pseudovina, Potentilla arenaria, Carex wohllebii*, auf feuchten Orten : *Holoschoenus romanus*.

Festucetalia vaginatae Soó

Festucion vaginatae Soó

Brometum tectorum (Kerner) Soó (Tab. III)

Auch auf dem Sand der Kleinen Ungarischen Tiefebene eine Pioniergesellschaft. Am meisten bedeckt sie nur kleine Flächen und wird im Laufe der Sukzession rasch vom *Festucetum vaginatae*, beziehungsweise vom *Festuceto-Corynephoretum* abgelöst. Sie bildet sich hauptsächlich sekundär auf Brachfeldern. Meistens sieht man ihre spärlichen Rasen an den Dünenböschungen. Gegenüber den Beständen im Donau—Theiss Zwischenraum, fehlt ihnen *Secale silvestre*.

Ass. und Verbands-Charakterarten : (F : 4—5) : *Equisetum ramosissimum, Plantago indica, Silene conica, Kochia laniflora, Bromus squarrosus, B. tectorum*. Konstante Arten (K : V) : *Erysimum diffusum, Silene conica, Bromus squarrosus, B. mollis, B. tectorum*. Subkonstante Arten (K : IV): *Plantago indica, Kochia laniflora, Bromus secalinus, Poa bulbosa*.

Tabelle III

Brometum tectorum

		Bedeckung %	1.	2.	3.	4.	5.	A—D	K
			50	50	70	45	55		
		Charakterarten *Brometum tectorum* bzw. Vdb. *Bromion*							
Th	Eua	*Bromus tectorum*	1	3	4	1	3	1—4	V
Th	M	*Plantago indica*	.	1	+	+	+	+—1	IV
Th	M	*Silene conica*	+	+	+	+	+	+	V
Th	Kt	*Kochia laniflora*	+	+	1	+	.	+—1	IV
Th	Eua	*Bromus squarrosus*	+	2	+	1	+	+—2	V
		Charakterarten Vbd. *Corynephorion* und *Festucion vaginatae*							
G	Ko	*Equisetum ramosissimum*	+ (3)	.	.	.	+	+—3	II
H	Kt	*Euphorbia seguieriana*	+	+	.	+	.	+	III
H	Pm	*Alyssum montanum* ssp. *gmelini*	1—2	+	.	.	.	+—2	II
TH	Kt	*Erysimum diffusum*	+	+—1	+—1	+	+	+—1	V
H	P	*Syrenia cana*	+	.	.	.	.	+	I
H	Kt	*Helichrysum arenarium*	+	.	+	.	.	+	II
Th	Eu	*Cerastium semidecandrum*	.	.	+	+	+	+	III
Th	Eua	*Herniaria glabra*	.	.	.	.	+	+	I
H	End	*Festuca vaginata*	+	.	.	.	.	+	I
Th	Ko	*Vulpia myuros*	.	.	+	2—3	.	+—3	II
H	Kt	*Koeleria glauca*	+	+	.	.	.	+	II
		Acidophil Arten							
Th	Eua	*Trifolium arvense*	.	.	+—1	.	+	+—1	II
Th	Eua	*Scleranthus annuus*	+—1	.	.	+—1	.	+—1	II
H	Ko	*Rumex acetosella*	.	.	.	+	+	+	II
		Begleiter							
H	Cp	*Potentilla argentea*	.	.	+	.	.	+	I
Ch	Eua	*Sedum acre*	.	.	.	2	.	2	I
Th	Eua	*Medicago minima*	.	.	.	+	2	+—2	II
Th	Eua	*Trifolium campestre*	.	.	+	.	.	+	I
Th	Eua	*Vicia hirsuta*	.	.	.	+	+	+	II
H	Pm	*Eryngium campestre*	+ (2)	.	.	.	.	+—2	I
H	Eu	*Linum perenne*	1—2	.	.	.	.	1—2	I
Th	Eua	*Geranium molle*	.	.	+	.	+	+	II
Th	Eua	*columbinum*	+	+	+	.	.	+	III
Th	Ko	*Erodium cicutarium*	.	.	+	.	+	+	II
H	Ko	*Euphorbia cyparissias*	+	+	.	+	.	+	III
TH	Eua	*Cynoglossum officinale*	+	+	+	.	.	+	III
Th	Eua	*Lappula myosotis*	.	+	+	.	+	+	III
TH	Em	*Anchusa officinalis*	.	+	+	.	+	+	III
Th	Kt	*Myosotis micrantha*	.	+	.	.	+	+	II
H	Pm	*Marrubium peregrinum*	.	+	.	+	.	+	II
Th	M	*Satureja acinos*	+	.	.	.	.	+	I
TH	Eua	*Verbascum phlomoides*	+	+	.	.	.	+	II
H	Kt	*Linaria genistifolia*	.	.	+	.	+	+	II
Th	Eua	*Veronica triphyllos*	+	.	+	+	.	+	III
H	Eua	*serpyllifolia*	+	.	+	.	.	+	II
Th	Kt	*Alyssum alyssoides*	+	+	.	.	.	+	II
Th	Eua	*Sisymbrium sophia*	+	+	.	.	.	+	II
Th	Kt	*Anthemis ruthenica*	+ (4)	2	+—1	1	+	+—4	V
TH	Pm	*Tragopogon dubius*	.	.	.	.	+	+	I
H	Eu	*Taraxacum laevigatum*	.	.	.	.	+	+	I
Th	Eu	*Crepis biennis*	.	.	+	.	.	+	I
Th	Eua	*tectorum*	+	+	+	.	.	+	III
Th	Eua	*Cerastium arvense*	.	.	+	+—1	+	+—1	III
Th	Eua	*Holosteum umbellatum*	+—1	.	+	+	.	+—1	III
H	Cp	*Minuartia verna*	+—1	+	.	.	.	+—1	II
Th	Eua	*Bromus secalinus*	3	+	+	.	+	+—3	IV
Th	Eua	*mollis*	+	1	+	+	+	+—1	V
Th	Ko	*Poa annua*	+	+	.	.	.	+	II
H	Eua	*bulbosa*	+	+	+	.	+	+	IV
H	Ko	*Cynodon dactylon*	.	.	+	.	3	+—3	II
		Moosschicht Bedeckung %	40	10	—	—	10		
B		*Syntrichia ruralis*	3	1	.	.	1	1—3	III
L		*Cladonia folicacea*	1	+—1	.	.	.	+—1	II
L		*Parmelia conspersa*	1	+—1	.	.	1	+—1	III

Accidenter: *Erigeron canadensis*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Artemisia campestris*, *Melandrium album*, *Saponaria officinalis*, etc.

Ihre faziesbildende Arten sind : *Bromus secalinus* zwischen Saaten, *Equisetum ramosissimum* an der Donau zwischen Ács und Gönyű, *Anthemis ruthenica*, *Cynodon dactylon* als Halbkulturfazies und *Vulpia myurus* in Böden von höherem Säuregehalt am Sokoróalja (in der Umgebung von Mórichida). Die Gesellschaft ist meistens geschlossener als jene im Donau—Theiss Zwischenstromgebiet. Mehrerorts sind die Pioniere der Moos- bzw. Flechtenschicht reichlich vorhanden: *Syntrichia ruralis*, *Cladonia foliacea*, *Parmelia conspersa* und *pokornyi*.

Ökologisches Spektrum :

Lebensformen	Ch	H	G	TH	Th
% der Arten	2	36	2	9	51
Gruppenmenge % .	3	20	3	1	73

Verteilung der Florenelemente :

	Cp	Eua	Eu	Em	Kt	M	P	Pm	Ko	End
% der Arten	5	43	5	3	14	5	1,5	6,5	14	2
Gruppenanteil % ..	4	46	3	3	17	8	1	4,5	12	1,5

Charakteristisch ist das hohe Prozent der Einjährigen. Es ist auffallend, dass das Prozent der kosmopolitischen und endemischen Arten gegenüber dem Donau—Theiss Zwischenstromgebiet gering ist.

Festucetum vaginatae danubiale Soó (Tab. IV)

Diese kennzeichnende Pflanzengesellschaft der Sandsteppen des Donau—Theiss Zwischenstromgebiets kommt in der Kleinen Ungarischen Tiefebene, im Becken von Esztergom und Szob, sowie in der Ebene von Győr—Komárom—Tata vor und reicht bis an die Linie Ács—Mór. Seine Ausbildung ist typisch, alle im Donau—Theiss Zwischenstromgebiet vorkommenden Charakterarten — ausgenommen *Dianthus diutinus* und *Astragalus varius* — sind in ihr anwesend. Ihre Physiognomie ist ebenfalls übereinstimmend. Der Übergang in den viel ärmeren und auf dem Győrer Sand typischen *Festucetum vaginatae arrabonicum* ist ziemlich scharf und auffallend. Diese Pflanzengesellschaft wird auch auf der tschechoslowakischen Seite der Kleinen Ungarischen Tiefebene angetroffen. Dort reicht sie bis Komarno. Šmarda und Krippel machen uns auch mit ihren sukzessiven Stadien ausführlich bekannt (1953 : 510—515, 1954 : 455). Zwar trennt Šmarda einzelne ihrer Bestände vom *Festucetum vaginatae danubiale* ab und beschreibt sie unter dem Namen *Festuca vaginata-Helianthemum fumana*-Ass. als neu, dies ist aber auch nichts anderes als das nordwestlichste, ein wenig ärmer zusammengesetzte Vorkommen des *Festucetum vaginatae danubiale* Soó. Ihre *Fumana-*, *Stipa-* und *Holoschoenus*-Subassoziationen sind ebenso vertreten, wie im Donau—Theiss Zwischenstromgebiet und auch die Charakterarten sind in ihr grösstenteils auffindbar *(Ephedra distachya*, *Alyssum tortuosum*,

Tabelle IV

Festucetum vaginatae danubiale

		Bedeckung %	1.	2.	3.	4.	5.	6	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	A—D	K
			65	60	70	35	50	60	55	70	65	70	45	75	55	50	60		
		Charakterarten Vbd. *Festucion vaginatae:*																	
H	End	*Festuca vaginata*	3	2—3	3	1—2	3	3	2—3	2—3	1—2	2	1—2	1	2—3	2	3	1—3	V
G	Ko	*Equisetum ramosissimum*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	+	I
N	M	*Ephedra distachya*	.	.	.	1—2	+—1	.	+—1	.	.	.	.	.	.	.	.	+—2	I
Ch	End	*Sedum hillebrandii*	.	.	.	.	.	+—1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+—1	I
H	P	*Peucedanum arenarium*	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	I
H	End	*Linum hirsutum* ssp. *glabrescens*	.	.	.	.	.	.	+	+	+	(+)	+	+—1	4	+	+—1	+—1	III
Th	M	*Tribulus terrestris* ssp. *orientalis*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	I
H	Kt	*Euphorbia seguieriana*	+	1—2	+	1	+	1	.	+	+—1	+	+—1	+	+—1	1	+—1	+—2	V
H	M	*Alkanna tinctoria*	+	.	.	+—1	+	+	.	.	.	1—2	1	+	.	1	′	+—2	III
H	P	*Onosma arenaria*	.	+	.	.	.	.	+	+	+	.	+	.	+	+	.	+	III
H	Pm	*Alyssum montanum* ssp. *gmelini*	+	.	.	.	+	.	.	+	+	+—1	+	.	+—1	+—1	+	+—1	III
H	Kt	*tortuosum*	1	1	+—1	1	1	1	+—1	1—2	1—2	22	+—1	+	1	.	1	+—2	V
FH	Kt	*Erysimum diffusum*	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	+	+	+	III
H	P	*Syrenia cana*	.	.	.	.	.	.	.	+	+	++	+	+	+	.	+	+	III
H	P-Pa	*Achillea kitaibeliana*	+—1	2	.	.	+	+—1	+—1	.	.	.	.	.	.	.	.	+—2	II
H	Kt	*Echinops ruthenicus*	.	.	.	.	.	.	.	+—1	+	.	.	.	.	.	.	+—1	I
H	End	*Gentaurea arenaria* ssp. *tauscheri*	1	+—1	+	+	+	.	+	+—1	+	4	+	+	.	+	+—1	+—1	V
H	P-Pa	*Tragopogon floccosus*	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+	I
G	End	*Gypsophila arenaria*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	(+)	+	.	.	.	.	+	II
G	Kt	*paniculata*	+—1	+—1	+—1	+	+	+	+	.	+	.	.	+	+	.	+	+—1	IV
H	End	*Dianthus serotinus*	1—2	2	+—1	1—2	+	+	+	+	+	(+)	.	.	(+)	+	+	+—2	V
Th	Eu	*Cerastium semidecandrum*	.	+	.	.	+—1	.	.	.	+	.	+	.	.	+	+—1	+—1	II
Th	M	*Minuartia fastigiata*	.	.	.	.	.	+	+	.	+—1	1	.	+	+—1	.	.	+—1	II
H	Pm	*setacea*	.	.	+	1	+	+—1	.	+	.	1—2	+—1	+	1	+	.	+—2	IV
G	Eua	*Holoschoenus romanus*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3—4	.	+	+	+—4	I
H	Kt	*Koeleria glauca*	2	1—2	2	1—2	2	1—2	1—2	2	2—3	2	1—2	1	.	1—2	+—1	+—3	V
		Charakterarten Ord. *Corynephoretalia*																	
H	Kt	*Helichrysum arenarium*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+—1	+—1	.	2	1	+—1	+—2	II
Th	M	*Silene conica*	+	+	.	.	.	.	.	+—1	.	.	.	.	.	+	.	+—1	II
Th	P	*Polygonum arenarium*	.	+	+—1	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+—1	+	+—1	II
Th	Eua	*Bromus tectorum*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	I
Th	Eua	*squarrosus*	+—1	+—1	+—1	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+—1	II
		Begleiter																	
H	Kt	*Adonis vernalis*	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+	I
H	Kt	*Potentilla arenaria*	1	+	+—1	.	+—1	+—1	1	2	2	2	1	.	1—2	1	1—2	+—2	V
H	M	*Sanguisorba minor* ssp. *muricata*	.	.	.	.	.	+	+	+—1	+—1	+	+	+	.	+	.	+—1	III
Ch	Em	*Sedum sexangulare*	+	.	+	.	+—1	.	.	.	.	+	+—1	.	.	+—1	.	+—1	II
N	P	*Cytisus austriacus*	.	+	.	.	.	.	+—1	.	.	.	.	.	.	.	+	+—1	I
Th	Eua	*Medicago minima*	+	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	+	II
N	A-B	*Dorycnium germanicum*	.	.	.	.	.	.	+—1	+—2	.	.	.	.	.	+	+	+—2	II
H	Kt	*Astragalus onobrychis*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	I

TH	Adv	*Oenothera biennis*	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	II
H	Pm	*Eryngium campestre*	.	+	+	+	+	+	.	+—1	+—1	.	+—1	+	+—1	+	+	+—1	IV
H	M	*Trinia glauca*	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	+	I
Th	M	*Peucedanum oreoselinum*	.	+	1—2	+—1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+—2	II
H	Kt	*Asperula cynanchica*	.	.	+	.	.	.	+	+	+	.	.	+—1	.	.	.	+—1	II
H	Kt	*Galium verum*	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	+	I
H	Ko	*Euphorbia cyparissias*	+—1	+—1	+	.	.	+	.	.	+—1	.	.	+	.	.	+	+—1	III
TH	Em	*Anchusa officinalis*	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	I
Ch	M	*Teucrium chamaedrys*	.	+—1	.	.	.	+—1	1—2	.	+	.	.	.	+—1	+	+—1	+—2	III
Ch	M	*montanum*	.	.	.	.	.	.	+—1	.	.	.	.	.	1	.	.	+—1	I
Th	M	*Satureja acinos*	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	+	.	+	II
Ch	Kt	*Thymus marschallianus*	.	.	.	+—1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+—1	+—1	I
Ch	Kt	*glabrescens* s. l.	+—1	.	+	+—1	1—2	1—2	1—2	1—2	1—2	2—3	1—2	+—1	1—2	+	1	+—3	V
Ch	M	*Helianthemum ovatum*	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	I
N	M	*Fumana procumbens*	+	1	+	2	1	+—1	+—1	.	.	.	2—3	.	.	2	.	+—3	III
Th	M	*Viola kitaibeliana*	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	I
H	Kt	*Campanula sibirica*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	I
Ch	End	*Artemisia campestris*	.	.	.	.	.	.	+	+—1	+—1	+	+—1	.	+	+	+	+—1	III
H	Em	*Centaurea pannonica*	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	II
H	Em	*rhenana*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	I
H	Eua	*Chondrilla juncea*	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	+	II
H	Eua	*Taraxacum officinale*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	I
H	Eu	*laevigatum*	+	1	+	+	+	+	.	+	+	.	.	1	.	.	.	+—1	III
H	Eua	*Hieracium echioides*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+—1	+	.	+—1	I
Th	Eua	*Thesium ramosum*	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	I
H	Kt	*Silene otites*	1	+	.	+	+	+	+—1	+	+	+	+	.	+	+	+	+—1	V
Th	Pm	*Tunica prolifera*	+—1	+—1	+—1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+—1	I
H	Pa-Ba	*Dianthus pontederae*	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	I
H	Cp	*Minuartia verna*	+	+	.	+	+	.	1	+	1	+	.	+	+—1	+	.	+—1	IV
G	M	*Allium flavum*	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	+	I
G	Eua	*Asparagus officinalis*	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	II
G	Kt	*Iris flavissima* var. *arenaria*	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	(+)	.	.	+	I
G	Eua	*Carex liparicarpos*	1	1—2	1	.	+	+	.	.	.	1—2	+—1	+	+—1	1	+—1	+—2	IV
H	Kt	*Festuca sulcata*	.	+—1	1	.	.	.	.	2	.	2	.	1	2	.	.	+—2	II
H	Cp	*Poa pratensis* ssp. *angustifolia*	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	I
H	Eua	*bulbosa*	1	+—1	1	+	+	+	.	.	.	+—1	.	1	.	.	+—1	+—1	III
H	M	*Melica ciliata*	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	I
G	Ko	*Cynodon dactylon*	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+—1	.	.	+—1	IV
H	Eua	*Stipa capillata*	+—1	+—1	1	.	.	+—1	+	1	1	.	.	.	.	+	.	+—1	III
H	Kt	*pennata*	1—2	2	2	.	.	1—2	+	2—3	2—3	2	.	.	.	1	+—1	+—3	IV
		Moosschicht: Bedeckung %	20	10	15	25	—	20	5	5	15	15	10	5	—	10	15		
B		*Syntrichia ruralis*	2	2	2	2—3	.	2	.	1	2	1—2	.	.	.	1	1—2	1—3	IV
B		*Tortella inclinata*	+	.	+	.	.	+—1	1—2	+—1	1	.	.	.	.	+—1	.	+—2	III
B		*Barbula convoluta*	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	I
B		*Camptothecium lutescens*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	2	I
L		*Parmelia pokornyi*	.	1	1	.	.	1	.	.	.	2	.	1—2	.	+	+	+—2	III
L		*conspersa*	.	.	.	.		1	.	.	+	.	.	.	.	1	1—2	+—2	II

Accidenter: *Sedum acre (1), Galium pede montanum (14), Scabiosa ochroleuca (15), Linaria genistifolia (14), Veronica spicata (14), Melampyrum barbatum (1), Orobanche coerulescens (8), Centaurea micranthos (6), Salsola kali (8), Polygonatum odoratum (4), Carex humilis (13), Chrysopogon gryllus (14).*

Achillea kitaibeliana, Echinops ruthenicus, Minuartia setacea, Colchicum arenarium). Hier sind auch die sich von den Kalkstein- und Dolomitfelsen auf den Sand herablassende Pflanzen bezeichnend: *Ephedra distachya, Dorycnium germanicum, Teucrium montanum, Alyssum tortuosum, Helianthemum ovatum, Fumana procumbens, Campanula sibirica, Minuartia setacea, M. fastigata.*

Ass. und Verbands-Charakterarten: (F: 4—5): *Equisetum ramosissimum, Ephedra distachya, Sedum hillebrandii, Peucedanum arenarium, Linum hirsutum* ssp. *glabrescens, Tribulus terrestris* ssp. *orientalis, Euphorbia seguieriana, Alkanna tinctoria, Onosma arenaria, Alyssum montanum* ssp. *gmelini, A. tortuosum, Erysimum diffusum, Syrenia cana, Achillea kitaibeliana, Echinops ruthenicus, Centaurea arenaria* ssp. *tauscheri, Tragopogon floccosus, Gypsophila arenaria, G. paniculata, Dianthus serotinus, Cerastium semidecandrum, Minuartia fastigiata, M. setacea, Holoschoenus romanus, Festuca vaginata, Koeleria glauca.*

Konstante Arten (K: V): *Potentilla arenaria, Euphorbia seguieriana, Thymus glabrescens* s. l., *Alyssum tortuosum, Centaurea arenaria* ssp. *tauscheri, Silene otites* var. *pseudotites, Dianthus serotinus, Festuca vaginata, Koeleria glauca.* Subkonstante Arten (K: IV): *Eryngium campestre, Gypsophila paniculata, Minuartia setacea, M. verna, Carex liparicarpos, Stipa pennata, Cynodon dactylon, Syntrichia ruralis.*

Man findet vom Grundwasserspiegel abhängig auch hier ihre typischen Subassoziationen, ähnlich jenen des Donau—Theiss Zwischenstromgebiets: *F. v. fumanetosum, F. v. stipetosum, F. v. holoschoenetosum.* Faziesbildend spielt *Koeleria glauca* oft eine Rolle. Von hier sowie von dem Sand von Győr erwähnt Zólyomi (in Polgár 1941 : 215, 217 ; ap. Zsolt, 1943 : 18) die Buntflechten-Fazies als Pionier-Stadium, mit *Toninia coeruleo-nigricans, Squamaria lentigera, Caloplaca fulgens* und *Parmelia prolixa* als Hauptelementen.

Ökologisches Spektrum:

Lebensformen	N	Ch	H	G	TH	Th
% der Arten	4	9	54	13	4	17
Gruppenmenge % .	6,3	7,2	76,6	8	0,7	3,1

Verteilung der Florenelemente:

	Cp	Eua	Eu	Em	Kt	M	P	Pm	Balk.	End	Ko
% der Arten	3,5	19	2	4,5	24	7	5,5	18	2	9	4,5
Gruppenanteil % ..	3	13	4	5	29	6,2	7,4	13	1	13	5,4

Für eine einheimisch zu betrachtende Pflanzengesellschaft ist das sehr hohe Prozent der endemischen Arten bezeichnend.

Festucetum vaginatae arrabonicum (Soó) Borhidi. (Tab. V)

Es war Soó, der die Rasen der Sandsteppe der Kleinen Ungarischen Tiefebene von denen des Donau—Theiss Zwischenstromgebiets trennte (1940: 34), und zwar auf Grund des Fehlens einer Reihe von Arten, die im Donau—Theiss Zwischenstromgebiet anwesend sind. In Ermangelung entsprechenden Materials konnte er darüber noch keine detaillierte Beschreibung abgeben. Die erstmalige qualitative Charakterisierung finden wir bei Polgár (1941 : 216). Dem *Festucetum vaginatae arrabonicum* fehlten die meisten Charakterarten der *F. v. danubiale*, so *Ephedra distachya, Sedum hillebrandii* (einziger Fundort bei Bakony-

Tabelle V

Festucetum vaginatae arrabonicum

		Bedeckung %	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	A—D	K
			50	65	60	70	55	60	50	55	65	35	35	50	55	45	75		
		Charakterarten Vbd. *Festucion vaginatae*																	
H	End	*Festuca vaginata*	1	+ (2)	2	2	1	2	3	2—3		2	+—1	2—3	3	2—3	4	+—4	V
G	Ko	*Equisetum ramosissimum*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	I
Ch	End	*Sedum hillebrandii*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	I
H	End	*Linum hirsutum* ssp. *glabrescens*	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	I
H	Kt	*Euphorbia seguieriana*	+—1	+	+	+	+—1	+—1	+	+	+	1	+	+—1	+	+—1	1	+—1	V
H	P	*Onosma arenaria*	.	+	.	+	+	+	+	+	+	.	.	+	.	+	+	+	IV
H	Pm	*Alyssum montanum* ssp. *gmelini*	+	+	.	+—1	+	+—1	+	+	+—1	+	+	+—1	+	+—1	1	+—1	V
TH	Kt	*Erysimum diffusum*	.	+	+	+—1	.	+	+	+	.	+	+	+	.	+—1	+—1	+—1	IV
H	P	*Syrenia cana*	+	+	.	+	+	.	+	+	.	+	+	+	.	.	.	+	III
H	End	*Centaurea arenaria* ssp. *tauscheri*	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	+	+	+	III
G	End	*Gypsophila arenaria*	.	.	+—1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+—1	I
G	Kt	*paniculata*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	(+)	+	+	II
H	End	*Dianthus serotinus*	+	+	+	+	.	+—1	.	+—1	.	.	.	+—1	+	+	+—1	+—1	IV
Th	Eu	*Cerastium semidecandrum*	.	.	+—1	+—1	.	+	.	.	.	+	+	+	1	+—1	+	+—1	III
Th	M	*Minuartia fastigiata*	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	+—1	I
G	Eua	*Holoschoenus romanus*	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+—1	+	.	.	.	.	+—1	I
H	Kt	*Koeleria glauca*	1	+—1	2	2	1—2	+	+—1	1	1	+	+	+—1	+	+	.	+—2	V
		Charakterarten Ord. *Corynephoretalia*																	
Ch	Em	*Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+—1	.	+—1	+	+—1	I
H	Kt	*Helichrysum arenarium*	.	.	.	.	+—1	.	.	+	.	+	+	+—1	.	+—1	+—1	+—1	III
Th	M	*Silene conica*	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	+	.	+	+	.	+	II
Th	Kt	*Kochia laniflora*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	I
Th	P-Pa	*Corispermum nitidum*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	I
Th	P	*Polygonum arenarium*	.	+	.	+	+	.	+	.	.	+	+	+	1	+	+	+—1	IV
Th	Eua	*Bromus tectorum*	.	.	+	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+—1	II
Th	Eua	*squarrosus*	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	+	I
		Begleiter																	
H	Em	*Pulsatilla nigricans*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	I
H	Kt	*Potentilla arenaria*	+—1	+	+—1	+	+	+	+—1	+—1	+	+	.	+—1	+	+	+—1	+—1	V
H	M	*Sanguisorba minor* ssp. *muricata*	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	I
Ch	Eua	*Sedum acre*	.	+	+	+—1	1	+—1	.	+—1	.	1—2	1	+	.	+	.	+—2	III
Ch	Em	*sexangulare*	.	.	+—1	+	+	+	.	+	+	.	.	+—1	.	.	.	+—1	III
N	P	*Cytisus austriacus*	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	.	.	.	+	II
Th	Eua	*Medicago minima*	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	II
N	A-Ba	*Dorycnium germanicum*	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	+	+	II
H	P	*Astragalus asper*	+	.	.	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	II
H	Kt	*onobrychis*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	+	I
H	Pm	*Eryngium campestre*	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	.	+	IV
H	M	*Trinia glauca*	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
H	Eu	*Peucedanum oreoselinum*	+	+	.	.	.	.	.	+	+ (2)	+	.	1—2	.	.	+	+	III
H	Kt	*Asperula glauca*	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
H	M	*cynanchica*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	I
Th	M	*Galium pedemontanum*	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
H	Kt	*verum*	+	+	+ (2)	+	+	+	+—1	+	.	.	.	+	.	.	.	+—2	III
H	Eua	*Scabiosa ochroleuca*	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	+	.	.	.	+	II
H	Em	*canescens*	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	II
H	Ko	*Euphorbia cypraissias*	+	+	+	+	+	+—1	+	+	+	+	+	+	+	.	.	+—1	V
TH	Eua	*Cynoglossum officinale*	.	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	II
TH	Em	*Anchusa officinalis*	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	+	II
Th	Eua	*Myosotis arvensis*	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	I
Th	Eua	*Lithospermum arvense*	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+	II
TH	Eua	*Echium vulgare*	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	+	I
Ch	M	*Teucrium chamaedrys*	+	+ (2)	.	+	.	+—1	+—1	.	+	.	.	+	.	+—1	+	+—2	III
Th	M	*Satureja acinos*	+	.	.	.	+	.	+	+	+	.	+	+	.	.	+	+	III
Ch	Kt	*Thymus marschallianus*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+	I
Ch	Kt	*glabrescens* s. l.	+	+	+	+	.	.	1	.	+	2	.	.	.	1	+	+—2	III
H	Kt	*Linaria genistifolia*	.	+	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	+	+	+	II
H	Kt	*Veronica triphyllos*	+	.	.	.	+	+	.	+	.	.	+	+	.	.	.	+	II
Th	M	*praecox*	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+	II
H	M	*Globularia aphyllanthes*	1	+	.	.	.	.	.	.	+ (2)	.	.	+—1	.	.	.	+—2	II
Ch	M	*Helianthemum ovatum*	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	+	.	+	+	+	III
N	M	*Fumana procumbens*	.	.	.	+	+—1	+	.	+—1	+	2	2	.	1—2	2—3	.	+—3	III
Th	Ko	*Viola arvensis*	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	I
Th	M	*kitaibeliana*	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	I
H	Kt	*Campanula sibirica*	+	+	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	II
Ch	End	*Artemisia campestris*	.	.	+	.	+	+	.	+	+	+	+—1	.	.	+	+	+—1	III
TH	Eua	*Carduus nutans*	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
H	Pa-Ba	*Jurinea mollis*	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	I
H	Em	*Centaurea pannonica*	.	.	.	.	+	+	+	+	+	.	.	+	.	.	.	+	II
H	Em	*rhenana*	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
TH	Eua	*micranthos*	.	+	+	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	II
H	Eua	*Taraxacum officinale*	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	+	.	.	.	.	+	II
H	Eu	*Hieracium pilosella*	+	+	.	.	.	+	+	.	+	+	+	.	.	.	.	+	III
H	Eua	*echioides*	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	+	+	+	II
H	Eua	*Hypericum perforatum*	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
Th	Eua	*Thesium ramosum*	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	+	II
H	Kt	*Silene otites*	+	.	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V
H	Pa-Ba	*Dianthus pontederae*	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	I
H	Eua	*Saponaria officinalis*	.	+	.	+	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	II
Th	Eua	*Holosteum umbellatum*	.	.	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	I
H	Cp	*Minuartia verna*	+	1	+—1	+—1	1	+	.	+—1	.	1	1	+	+	+	+—1	+—1	V
Th	Eua	*Arenaria serpyllifolia*	.	.	+—1	.	.	.	+	.	+	+	+	.	.	.	.	+—1	II
Th	Eua	*Scleranthus annuus*	.	.	+—1	+	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+—1	II
G	M	*Allium sphaerocephalum*	.	+	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	+	II
G	Em	*Orchis morio*	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	I
G	Eua	*militaris*	+—1	+	.	.	.	.	(+)	.	.	.	.	.	.	.	.	+—1	I
G	Eua	*Carex stenophylla*	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	I
G	Eua	*praecox*	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	+	I
G	Eua	*liparicarpos*	+	+	1	+	.	+	+	+	+	+	.	.	+	.	.	+—1	IV
Th	Eua	*Bromus secalinus*	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	II
Th	Eua	*mollis*	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	I
H	Kt	*Festuca sulcata*	+	+—1	+	+	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+—1	III
H	Cp	*Poa pratensis* ssp. *angustifolia*	+	.	+	+	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	II
H	Eua	*bulbosa*	.	+	+—1	.	+—1	+	+	.	+—1	1	.	+	+	.	.	+—1	III
H	Eua	*Dactylis glomerata*	+	.	.	+	+	.	+	.	+	1	+	.	.	.	.	+	II
H	Eua	*Phleum phleoides*	+	+	.	.	.	+	+	.	+	.	.	+—1	.	.	.	+—1	III
H	Eua	*Stipa capillata*	1	2	1	1	1	1	+	+	+—1	.	.	.	.	.	+	+—2	III
H	Kt	*pennata*	2	2	2	3	3	3	+	2	1—2	.	.	1	.	2	1—2	+—3	IV
H	M	*Chrysopogon gryllus*	.	.	+	.	.	+	3	.	.	.	.	.	.	.	.	+—3	I
Moosschicht: Bedeckung %			10	5	10	10	25	—	10	—	25	10	10	15	10	15	10		
B		*Tortella tortuosa*	2	1	+	+	+	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	+—2	III
B		*inclinata*	.	.	2	.	+	.	.	.	2	.	.	2	.	.	+—1	+—2	II
B		*Syntrichia ruralis*	.	.	.	2	+	.	.	.	.	1	.	.	2	2	1	+—2	II
L		*Cladonia furcata*	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+	+	.	.	.	+	+	II
L		*foliacea*	.	.	.	1	2	.	2	.	1	1	+	.	2	1	1	+—2	III
L		*Parmelia pokornyi*	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	+—1	+	+	+—2	II
L		*pulvinaris*	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	.	+	.	+—1	I

Accidenter: *Seseli hippomarathrum (4), Achusa italica (8), Cirsium pannomicum (53), Centaurea sadleriana (9), Leontodon hispidus (12), Hieracium rothianum (1), Orchis coriophora (1), Orchis ustulata (1), Agropyron repens (1).*

Tabelle VI

Festuceto-Corynephoretum arrabonicum

		Bedeckung %	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	A—D	K
			75	75	55	60	75	75	65	65	70	75	75	70	70	60	55		
		Charakterarten Vbd. *Corynephorion*																	
H	Atl	*Corynephorus canescens*	3—4	3—4	2 (4)	3—4	2 (3)	3—4	3	2—3	3	2	1	2	3	2—3	2—3	1—4	V
Th	At-M	*Galium parisiense*	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+—1	+—1	II
Ch	Em	*Thymus serpyllum* s. str.	+	+	.	.	.	.	+—1	+	.	.	.	.	1—2	2	1—2	1—2	III
Th	Em	*Veronica verna*	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	II
TH	Eu	*Jasione montana*	+—1	+	1 (2)	+	+—1	.	+	+	1 (2)	+	1	+	+—1	1—2	1	+—2	V
Th	M	*Filago germanica*	+	.	.	+	.	.	+	+	.	.	+	.	.	+	.	+	II
TH	M	*Crepis capillaris*	+	.	.	.	.	+	.	+	+	+	+	.	.	.	.	+	II
Th	Pm	*Minuartia viscosa*	+	+	.	.	.	+	+	+	+	.	.	+	+	+	+—1	+—1	IV
Th	Eua	*Herniaria glabra*	.	+	+	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	II
Th	M	*hirsuta*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	I
G	Kt	*Carex ericetorum*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	I
		Charakterarten Vbd. *Festucion vaginatae* und *Bromion tectorum*																	
H	End	*Festuca vaginata*	.	.	.	.	2 (4)	.	+	1	1 (3)	2—3	4	3	2	1	2	+—1	IV
H	Kt	*Peucedanum arenarium*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	I
H	Kt	*Euphorbia seguieriana*	+	+	+	+	+	+	+—1	+	+	+	+	1	1	+—1	+—1	+—1	V
H	P	*Onosma arenaria*	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	+	I
TH	Kt	*Erysimum diffusum*	+	+	.	+	+—1	+	+—1	+	+	+	+	+	+	.	+	+—1	V
Th	M	*Silene conica*	.	+	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	+	+	II
G	Kt	*Gypsophila paniculata*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	I
H	End	*Dianthus serotinus*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	(+)	.	+	I
Th	Eu	*Cerastium semidecandrum*	.	.	.	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+—1	+	+—1	+—1	IV
Th	Eua	*Bromus squarrosus*	.	.	+	.	+	+—1	.	+	+	+	1	+	.	.	.	+—1	III
Th	Eua	*tectorum*	+—1	+	+	.	+	.	+	+	.	+	+	.	.	.	+	+	III
H	Kt	*Koeleria glauca*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	I
		Acidophil Arten																	
Th	Eua	*Trifolium arvense*	+	+	.	+ (2)	+	+	.	+	+	1	.	1	+	.	+	+—2	IV
H	Eua	*Hypochoeris radicata*	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.	+	.	+	+	+	+	III
H	M	*Tunica saxifraga*	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	1	1	+—1	1—2	+—2	II
Th	Eua	*Scleranthus annuus*	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	I
Th	Ko	*Spergula arvensis*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	I
H	Ko	*Rumex acetosella*	1	+	+	+	1 (2)	1	1	+—1	(+)	.	+	+	+	1	+	+—2	V
		Begleiter																	
H	Kt	*Potentilla arenaria*	.	.	.	.	+	.	.	+	+ (2)	+	+	+	+	+	.	+—2	III
Ch	Eua	*Sedum acre*	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	+	II
Ch	Em	*sexangulare*	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1—2	1	+	+	.	+	+—2	II
Th	Eu	*Trifolium campestre*	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	I
H	Eua	*Vicia villosa*	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	I
TH	Adv	*Oenothera biennis*	.	+	+—1	+—1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+—1	II
H	Pm	*Eryngium campestre*	+	.	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+—1	+	+—1	+—1	V
H	Eua	*Pimpinella saxifraga*	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	I
H	Eu	*Peucedanum oreoselinum*	1—2	.	.	1	.	.	+—1	1—2	.	.	.	.	+	.	.	+—1	II
Th	M	*Galium pedemontanum*	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	I
H	Kt	*Scabiosa ochroleuca*	+	+	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+	+	II
H	Ko	*Euphorbia cyparissias*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V
TH	Pa-Ba	*Cynoglossum hungaricum*	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	+	+	III
TH	M	*Anchusa officinalis*	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+	I
Th	Eua	*Lithospermum arvense*	+	.	+	.	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+	II
Th	Kt	*Myosotis micrantha*	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	+	+	II
TH	Eua	*Echium vulgare*	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	I
Ch	Kt	*Thymus glabrescens* ssp. *austriaca*	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	I
TH	Eu	*Verbascum phlomoides*	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
H	Kt	*Linaria genistifolia*	+—1	.	+	+	+	+	+	.	+	+	.	.	.	+	.	+—1	III
Th	Ko	*Viola arvensis*	.	.	+	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	II
H	Eua	*Campanula glomerata*	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
Th	Adv	*Erigeron canadensis*	+	+	+	.	+	+	+	.	+	+	+	.	.	.	.	+	III
H	Kt	*Helichrysum arenarium*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1—2	+—1	+—2	I
Th	Kt	*Anthemis ruthenica*	+—1	+	+	+	+	+	+—1	+	+—1	1	+—1	.	+	+	.	+—1	V
Th	Kt	*austriaca*	+—1	+	+	+	+	+	+—1	+	+—1	+	+	.	.	.	.	+—1	IV
H	Em	*Centaurea pannonica*	+	+	+	+	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	III
H	Em	*rhenana*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	I
TH	Eua	*micranthos*	.	+	.	+	+	.	+	.	+	+	+	.	.	.	.	+	III
H	Kt	*Scorzonera purpurea*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+—1	+	.	+—1	I
H	Eu	*Taraxacum laevigatum*	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+	+	II
H	Eua	*officinale*	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	I
Th	Eua	*Crepis tectorum*	+	+	.	.	.	+	.	+	.	+	+	.	.	.	.	+	II
H	Eua	*Hypericum perforatum*	.	+	+	+	.	1	.	+	.	.	.	1	+	.	.	+—1	III
H	Kt	*Silene otites* var. *pseudotites*	+	.	+	+	.	+	+	+	+	.	.	.	+	+	.	+	III
H	Eua	*Saponaria officinalis*	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	I
H	Ko	*Cerastium vulgatum*	+—1	+	+	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+—1	II
Th	Eua	*Holosteum umbellatum*	+	+	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	II
Th	Eua	*Aranaria serpyllifolia*	+	.	.	.	+	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.	+	III
G	M	*Allium flavum*	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	I
G	M	*Muscari comosum*	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
G	Eua	*Asparagus officinalis*	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	+	+	II
H	Ko	*Luzula campestris*	+	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	II
G	Eua	*Carex stenophylla*	.	.	.	.	+	.	.	+—1	.	.	.	.	.	.	.	+—1	I
G	Kt	*wohlfeilii*	+	.	.	+—1	+	.	1—2	.	.	+	.	.	.	.	+	+—2	II
G	Eua	*liparicarpos*	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+—1	2	1—2	+—2	III
G	Eu	*hirta*	+	+—1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+—1	I
Th	Eua	*secalinus*	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	+	.	.	.	.	+—1	I
H	Kt	*Festuca sulcata*	+	+—1	.	.	+	+—1	+	+—1	.	.	.	.	.	+	.	+—1	III
H	Cp	*rubra*	.	.	.	.	+ (2)	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+—2	I
H	Cp	*Poa pratensis* ssp. *angustifolia*	+	+—1	+	.	.	+—1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+—1	II
H	Eu	*compressa*	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	I
H	Eua	*bulbosa*	+—1	+	+	+	.	+	+	+—1	+	+	.	+	+—1	1	1	+—1	V
H	Eua	*Anthoxanthum odoratum*	.	+	.	.	.	+—1	.	.	.	.	.	.	+	+—1	1	+—1	II
H	Kt	*Stipa pennata*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	I
H	M	*Chrysopogon gryllus*	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+—1	+	.	+—1	I
		Moosschicht: Bedeckung %	35	10	15	20	15	15	15	25	10	5	10	80	25	35	20		
B		*Syntrichia ruralis*	2—3	1	1—2	+	1	1	1	1	.	.	+	.	1	+—1	+	+—3	IV
B		*Ceratodon purpureus*	+	.	+	2	+	+—1	.	2	.	.	+	1	+	+	.	+—2	IV
B		*Barbula convoluta*	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
B		*Camptothecium lutescens*	+	1	+	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+—1	II
B		*Hypnum cupressiforme*	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	II
B		*Polytrichum juniperinum*	.	+	.	.	.	.	.	1	+	+	1	1	1	2	1	+—2	III
L		*Cladonia foliacea*	.	+	.	1	.	+	+	.	.	+	.	+	.	.	2	+—2	III
L		*furcata*	+	.	.	.	+	.	2	.	1	1	.	+	+	+	.	+—2	III
L		*magyarica*	+	.	.	.	+	.	+	+	+	.	.	4	.	+—1	1	+—4	III
L		*rangiformis*	.	.	+	.	.	+	+	2	.	.	+	+	2	.	+	+—2	III

Accidenter: *Pulsatilla grandis (3), Potentilla argentea (9), Erodium circularium (7), Achillea pannonica (8), Hieracium pilosella (2), Hieracium echioides (5), Cynodon dactylon (10) Calamagrostis epigeios (11).*

szentlászló), *Linum hirsutum* ssp. *glabrescens* (nur vorübergehend in der Umgebung von Ács und Bőny), *Alkanna tinctoria*, *Alyssum tortuosum*, *Achillea kitaibeliana*, *Echinops ruthenicus*, *Tragopogon floccosus*, *Dianthus diutinus*, *Minuartia setacea*, *Colchicum arenarium*, *Secale silvestre*. Auf Grund des Fehlens dieser Arten erscheint die Trennung als vollkommen begründet. Diese Gesellschaft reicht im westlichen Teil des Sandgebiets von Győr—Komárom—Tata bis an die Linie von Ács—Ölbő-puszta—Mór. In diesem Gebiet ist sie die häufigste natürliche Pflanzengesellschaft. Ihr Vorkommen an kleineren Flächen wurde in der Sokoróalja bei Felpéc, in Bakony-Gebirge (Gebirgsfuss) zwischen Fenyőfő und Bakonyszentlászló und im Vértes-Gebirge oberhalb Pusztavám festgestellt.

Hierher sind nach Aufnahmen von PÓCS noch die Sandsteppen auf Kalkboden des Zalaer Gebietes, in der Umgebung von Nagykanizsa, einzureihen.

Ass. und Verbands-Charakterarten : (F : 4—5) : *Equisetum ramosissimum*, *Sedum hillebrandii*, *Linum hirsutum* sp. *glabrescens*, *Euphorbia seguieriana*, *Onosma arenaria*, *Alyssum montanum* ssp. *gmelini*, *Erysimum diffusum*, *Syrenia cana*, *Centaurea arenaria* ssp. *tauscheri*, *Gypsophila arenaria*, *G. paniculata*, *Dianthus serotinus*, *Cerastium semidecandrum*, *Minuartia fastigiata*, *Holoschoenus romanus*, *Festuca vaginata*, *Koeleria glauca*. Konstante Arten (K : V) : *Potentilla arenaria*, *Euphorbia seguieriana*, *E. cyparissias*, *Alyssum montanum* ssp. *gmelini*, *Silene otites* var. *pseudotites*, *Minuartia verna*, *Festuca vaginata*, *Koeleria glauca*. Subkonstante Arten (K : IV): *Eryngium campestre*, *Onosma arenaria*, *Erysimum diffusum*, *Dianthus serotinus*, *Polygonum arenarium*, *Carex liparicarpos*, *Stipa pennata*.

Subassoziationen sind ähnlich der vorhergehenden : *Fumana vulgaris*, *Stipa pennata*, *Holoschoenus vulgaris* und in der Umgebung von Felpéc *Juniperus communis*. Ihre Fazies sind : *Koeleria glauca*, *Chrysopogon gryllus* und ihr Buntflechten-Pionierstadium (ZÓLYOMI in POLGÁR 1941). *Chrysopogon*-Fazies bildete sich am stärksten gebundenen Sand aus, aber artenarm, so dass sie auf keinem Fall mit dem *Chrysopogonetum* (SOÓ 1939, HARGITAI 1940) der Grossen Ungarischen Tiefebene als übereinstimmend betrachtet werden kann. Ihre typische, lokale, aus der Gebirgsgegend stammende Charakterart ist *Jurinea mollis*.

Ökologisches Spektrum :

Lebensformen	N	Ch	H	G	TH	Th
% der Arten	3	9	52	10	7	19
Gruppenmenge % .	6	7	76,5	2	1,5	5

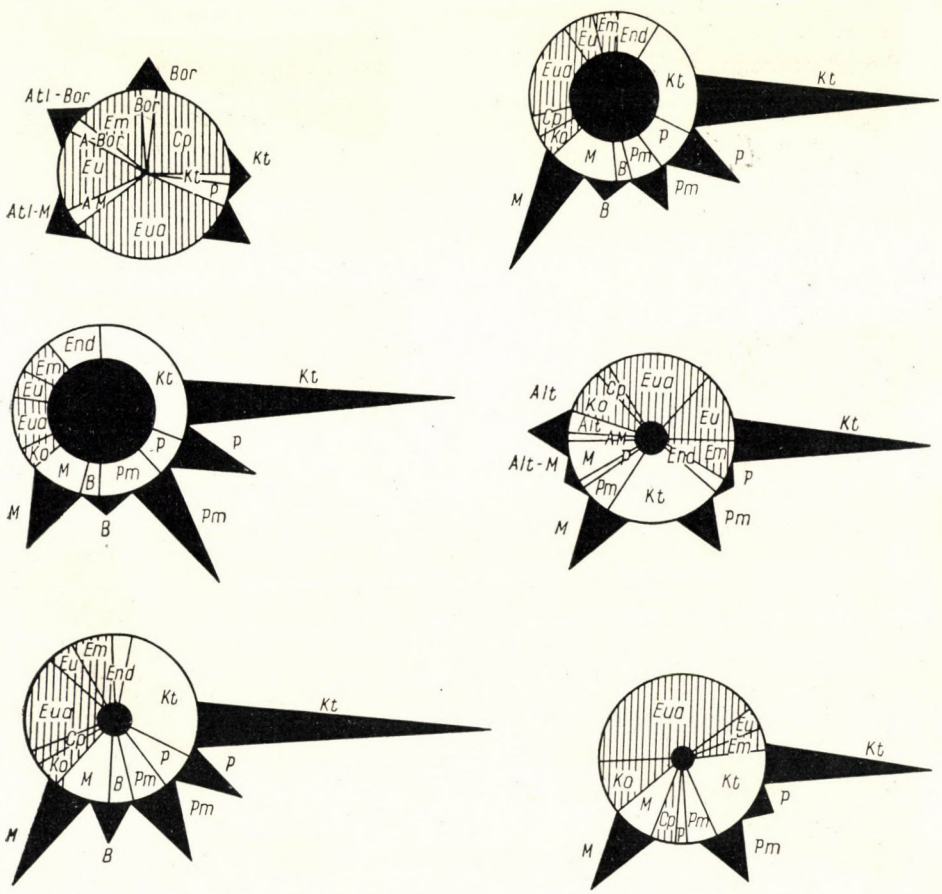
Verteilung der Florenelemente :

	Cp	Eua	Eu	Em	Kt	M	P	Pm	Balk	End	Ko
% der Arten	2	30	3	7,5	20	16	6,5	2	3	6,5	3
Gruppenanteil % ..	3,5	23	4	5	26	13	7,5	4,5	1,5	9	3,5

Kennzeichnend ist im Vergleich zu *Festucetum vaginatae danubiale* des Donau—Theiss Zwischenstromgebiets, dass die Endemismen und die östlichen Elemente in einem geringeren, die europäischen und zirkumpolaren Elemente in einem höheren Prozent erscheinen.

Festuceto-Corynephoretum arrabonicum Borhidi 1955 (nom. nud.) (Tab. VI)

Verbreitetste Pflanzengesellschaft am Sande in Sokoróalja. Ihre Bestände gingen jedoch infolge des Vordringens der Landwirtschaft und der Nadelwald-Pflanzungen stark zurück. Gewöhnlich erscheint sie auf sauerem, selten auf

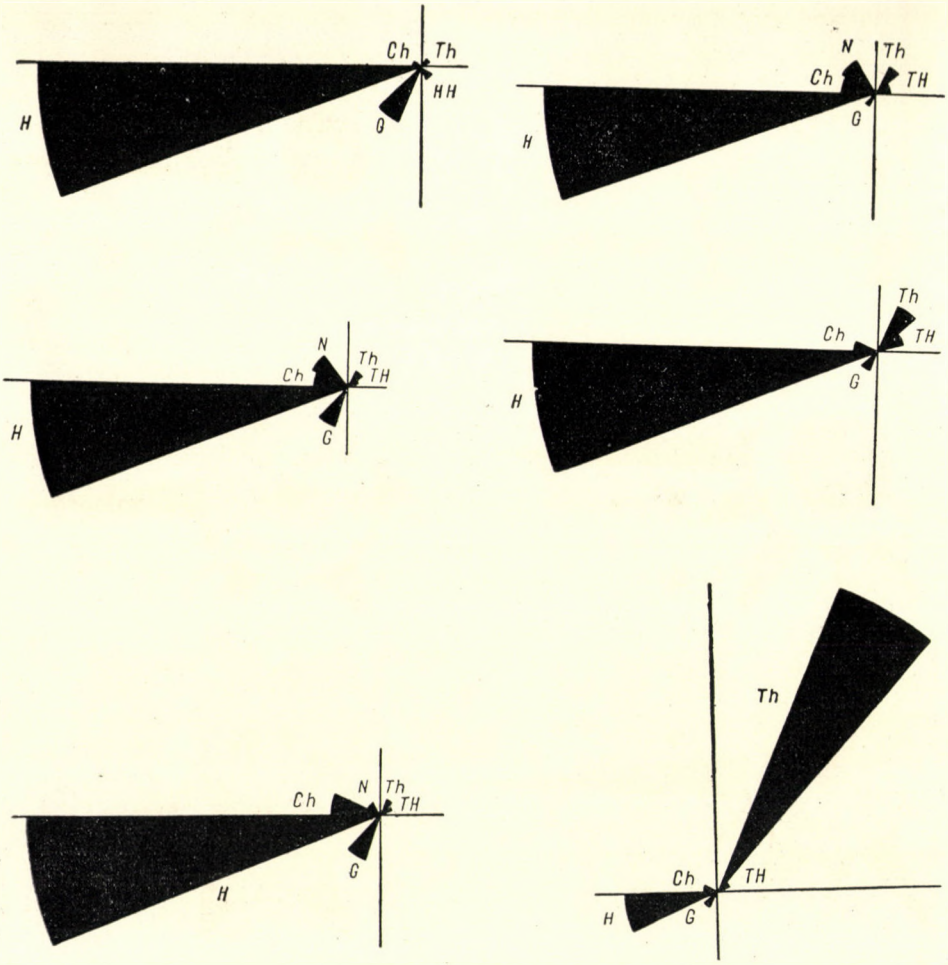


Florenelement-Diagramme

1. *Caricetum davallianae*
2. *Festucetum vaginatae danubiale*
3. *Festucetum vaginatae arrabonicum*
4. *Festuceto-Corynephoretum arrabonicum*
5. *Festucetum sulcatae danubiale*
6. *Brometum tectorum*

schwach basischem Sandboden (pH : 6,0—7,2) meistens auf Dünenhöhen. Seine Bestände werden von *Festuca vaginata* incl. f. *mucronata* et var. *dominii* und *Corynephorus canescens* gebildet. Auf den meisten Orten findet man ihre *Corynephorus*-Konsoziation, die *Festuca vaginata*-Konsoziation ist verhältnismässig selten. Der Rasen ist offen (55—75%) und lässt grosse Sandflächen frei, welche

von Moosen und Flechten bevölkert werden : *Syntricha ruralis*, *Ceratodon purpureus*, *Cladonia foliacea*, *rangiformis* und *magyarica*, als einstige Reste des Pionier-Stadiums. Diese Pflanzengesellschaft war bis jetzt nur aus dem Nyírség



Lebensform-Diagramme

1. *Caricetum davallianae*
2. *Festucetum vaginatae danubiale*
3. *Festucetum vaginatae arrabonicum*
4. *Festuceto-Corynephoretum arrabonicum*
5. *Festucetum sulcatae danubiale*
6. *Brometum tectorum*

(Soó 1939. ap. Aszód 1936) und aus dem Donau—Theiss Zwischenstromgebiet (Hargitai 1940) bekannt. Polgár charakterisiert sie in grossen Zügen im allgemeinen Teil seines Florenwerkes (1941 : 219) und bringt sie mit den Beständen im Nyírség in Zusammenhang.

Wenn man das *Festuceto-Corynephoretum* mit ähnlichen Gesellschaften, die in den umgebenden Gebieten verbreitet sind, vergleicht, so tritt der Unterschied in mehreren Zügen hervor. *Festuceto-Corynephoretum* des Nyírség zeigt die grösste Ähnlichkeit mit jenen der Kleinen Ungarischen Tiefebene. Sie zeigen darin einen gemeinsamen Zug, dass sie als ursprüngliche Sandbinder figurieren und nicht durch Degradation hervorgerufen worden sind, wie die im Donau — Theiss Zwischenstromgebiet. Man findet aber auf beiden Gebieten gegenseitig mehrere solche Arten, welche auf dem anderen nicht vorkommen. So fehlt auf der Kleinen Ungarischen Tiefebene : *Pulsatilla hungarica*, *Onosma arenaria* ssp. *tuberculata ;* während *Thymus serpyllum* s. str., *Tunica saxifraga*, *Filago germanica*, *Crepis capillaris* und *Galium parisiense* auf dem Nyírség nicht vorhanden sind. Dieselben Arten fehlen auch vom *Festuceto-Corynephoretum* des Donau— Theiss Zwischenstromgebiets. HARGITAI hielt diese Gesellschaft — und zwar mit Recht — nicht für eine selbständige Assoziation, sondern nur für eine *Corynephorus*-Konsoziation des *Festucetum vaginatae danubiale*, es kommen ja in ihr solche Charakterarten der *F.* v. *danubiale* wie : *Colchicum arenarium*, *Alkanna tinctoria*, *Achillea kitaibeliana*, *Corispermum nitidum*, vor.

Die von KLIKA beschriebene *Festuca vaginata-Dianthus serotinus* Ass. (1934) = *Festuca dominii-Dianthus serotinus* Ass. KRIPPEL (1954) vom Marchfeld steht im wesentlichen zum *Festuceto-Corynephoretum* der Kleinen Ungarischen Tiefebene und des Nyírség sehr nahe. Kennzeichnend für ihre Beschaffenheit ist, dass in ihr immer mehr echte *Corynephorion*-Arten erscheinen *(Teesdalea nudicaulis, Spergula vernalis)* und sie auf diese Weise allmählich in das mitteleuropäische *Corynephoretum* hinübergeht. *Corynephorus canescens-Thymus angustifolius* Ass. KRIPPEL kann sich wegen Mangel an entsprechenden Charakter- und Differenzialarten als selbständige Pflanzengesellschaft nicht behaupten, und kann nur als *Corynephorus*-Fazies der *Festuca vaginata-Dianthus serotinus* Ass. KLIKA oder als ihre Konsoziation betrachtet werden. Nachdem beide Gesellschaften, in Anbetracht ihrer ökologischen und zönologischen Verhältnisse gleicherweise mit *Festuceto-Corynephoretum* Soó übereinstimmen, so kann man sie — annähernd hier zu KNAPPS Hauptassoziationsbegriff — als deren geographische Variante *(Festuceto-Corynephoretum moravicum)* auffassen. Sehr ähnlich ist auch das *Corynephoreto-Festucetum vaginatae croaticum* Soklić in Kroatien. Die entlang des Rheins wachsenden *Corynephoreta* und *Koeleria glauca-Jurinea cyanoides*-Assoziationen weichen von den obigen schon wesentlich ab und gehören auch in einen anderen Verband *(Corynephorion* Tx., bzw. *Koelerion glaucae* Volk).

Auf Grund der im Vorherigen dargestellten Unterschiede scheint es begründet zu sein, das *Festuceto-Corynephoretum* der Kleinen Ungarischen Tiefebene als selbständige geographische Variante unter dem Namen *Festuceto-Corynephoretum arrabonicum* von den Typen des Nyírség und des Donau—Theiss Zwischenstromgebiets zu trennen.

Ass. und Verbands-Charakterarten : (F : 4—5) : *Galium parisiense, Thymus serpyllum* ssp. *serpyllum, Veronica verna, Jasione montana, Filago germanica, Crepis capillaris, Minuartia viscosa, Herniaria glabra, Carex ericetorum, Corynephorus canescens.* Konstante Arten (K : V) : *Eryngium campestre, Euphorbia seguieriana, E. cyparissias, Erysimum diffusum, Jasione montana, Anthemis ruthenica, Rumex acetosella, Poa bulbosa, Corynephorus canescens.* Subkonstante Arten (K : IV): *Trifolium arvense, Anthemis austriaca, Cerastium semidecandrum, Minuartia viscosa, Festuca vaginata, Syntrichia ruralis, Ceratodon purpureus.*

Faziesbildende Arten : *Potentilla arenaria, Sedum sexagulare, Trifolium arvense, Peucedanum oreoselinum, Anthemis ruthenica, Rumex acetosella, Carex wohllebii. Sedum sexangulare* und *Potentilla arenaria* bedeuten die Pionier-Phase der Gesellschaft. Fazies bilden auf schotterigen Orten *Trifolium arvense* und *Rumex acetosella.*

Ökologisches Spektrum :

Lebensformen	Ch	H	G	TH	Th
% der Arten	5	44	11	12	29
Gruppenmenge % .	5,3	78	4	4,5	9

Verteilung der Florenelemente :

	Cp	Eua	Eu	Em	Kt	M	P	Pm	Atl	A-M	End	Ko
% der Arten	2,5	27,5	12	7	21,5	12	1	2,5	1	1	2,5	9,5
Gruppenanteil % ...	1,6	23,5	12	8,4	21	7,8	0,6	5	3	1	3	12

Corynephoretalia Klika

Thero-Airion Tx.

Vulpieto-Airetum Pauca

Von dieser namhaften Pflanzengesellschaft des schotterigen Sandes von Sokoróalja gibt zuerst Polgár eine qualitative Charakterisierung (1941 : 27). Zönologisch ist sie nicht genau bekannt. Auf den einstigen Fundstätten trifft man nur noch eine sehr degradiert zusammengesetzte Gemeinschaft, von welcher die *Aira* fehlt und ausser den massenhaft auftretenden *Vulpia* und *Trifolium arvense* enthält sie kaum andere Arten. Nach der Mitteilung von Boros (ex. verb.) zeigten diese Bestände schon in den zwanziger Jahren die Anzeichen der Degradierung. Seitdem hatten die Bepflanzung mit Robinien und andere Kultureinflüsse, gleichwie die Sukzession die ursprünglich typischen Bestände verwischt.

Puccinellio-Salicornetea Ṭopa

Puccinellietalia Soó

Puccinellion distantis Soó

Puccinellietum limosae (Rpcs.) Soó

Wir finden in unserem Gebiet um die Bäche Pánzsa-ér und Sós-ér ausgedehntere Alkaliböden. Der grösste Teil dieser ist mit *Puccinellia limosa* bedeckt,

manchmal prächtig entwickelt. In ihrer Gesellschaft findet man *Aster pannonicus*, *Taraxacum bessarabicum*, *Crypsis aculeata*, *Camphorosma annua*, *Spergularia marginata*, *Plantago maritima*. Im Antlitz ist die Gesellschaft der Alkali-Vegetation am Velence-See sehr ähnlich, es fehlen aber : *Statice gmelini*, *Salicornia europaea*, *S. herbacea*, *Suaeda maritima*. *Suaeda pannonica*, *Pholiurus pannonicus*, *Hordeum hystrix* und die Alkali-Kleearten sind selten.

Camphorosmetum annuae (Rpcs.) Soó

Überdeckt mit ihrem losen Rasen die am stärksten alkalisierten Böden mit weisser Silikat-Ausscheidung. Hier erscheint massenhaft auch *Matricaria chamomilla*.

Beckmannion eruciformis Soó

Agrosteto-Alopecuretum pratensis Soó

Kommt auf nassem Boden vor und entsteht gewöhnlich im Laufe der Alkalisierung der Sümpfe oder Moore. *Beckmannia* kommt auf unserem Gebiet nicht vor. Die Gesellschaft wird charakterisiert von : *Agrostis alba*, *Alopecurus pratensis*, *Cirsium brachycephalum*, *Lotus tenuis*, *Aster pannonicus*, *Bidens tripartitus*, *Inula britannica*.

Agrosteto-Caricetum distantis (Rpcs.) Soó

Auf ähnlichen Orten wie die vorerwähnte Assoziation, oft mit ihr vermischt. Häufige Arten : *Agrostis alba*, *Carex distans*, *C. oederi*, *Taraxacum bessarabicum*, *Plantago maritima*, *Aster pannonicus*, *Lotus tenuis* und *corniculatus*, *Triglochin palustre*, *Ranunculus sardous*.

Festucion pseudovinae Soó

Artemisio-Festucetum pseudovinae (Magyar) Soó

Bildet sich auch hier auf trockenen Alkaliböden III. Klasse. Es fehlen : *Plantago schwarzenbergiana*, *Ranunculus pedatus*, *Statice gmelini*. Sie wird charakterisiert durch *Artemisia maritima* ssp. *monogyna* und ssp. *salina*, *Festuca pseudovina*, *Melandrium viscosum*, *Bupleurum tenuissimum*, *Lotus tenuis*, *Trifolium angulatum* und *striatum*.

Achilleeto-Festucetum pseudovinae (Magyar) Soó

Kommt infolge des Alkalisierungsprozesses mesophiler Rasen vor. Ihre Bestände sind auf unserem Gebiet zerstreut zu finden. Ihre wichtigsten Elemente sind die folgenden : *Achillea setacea*, *Festuca pseudovina*, *Trifolium angulatum* und *striatum*, *Bupleurum tenuissimum*, *Artemisia pontica*, *Potentilla arenaria*, *Filipendula vulgaris*, *Carex stenophylla*, *Plantago lanceolata*.

Zum Schluss habe ich noch allen zu danken, welche mich bei meiner Arbeit unterstützten. In erster Linie danke ich Herrn Prof. R. Soó, ord. Mitglied der Akademie, der meiner Arbeit bis zum Ende Aufmerksamkeit schenkte, mich in die Literatur einführte und mit seinen bereitwilligen Ratschlägen weitgehend unterstützte, wie auch Herrn. B. Zólyomi, Korr. Mitglied der Akademie für seine wertvollen Ratschläge. Für die Bestimmung der fraglichen Festuca-Arten Herrn Assistenten A. Horánszky, für seine mündlichen Mitteilungen. Herrn Prof. Á. Boros spreche ich hier ebenfalls meinen besten Dank aus.

Zweidimensionale komplexe Klassifizierung

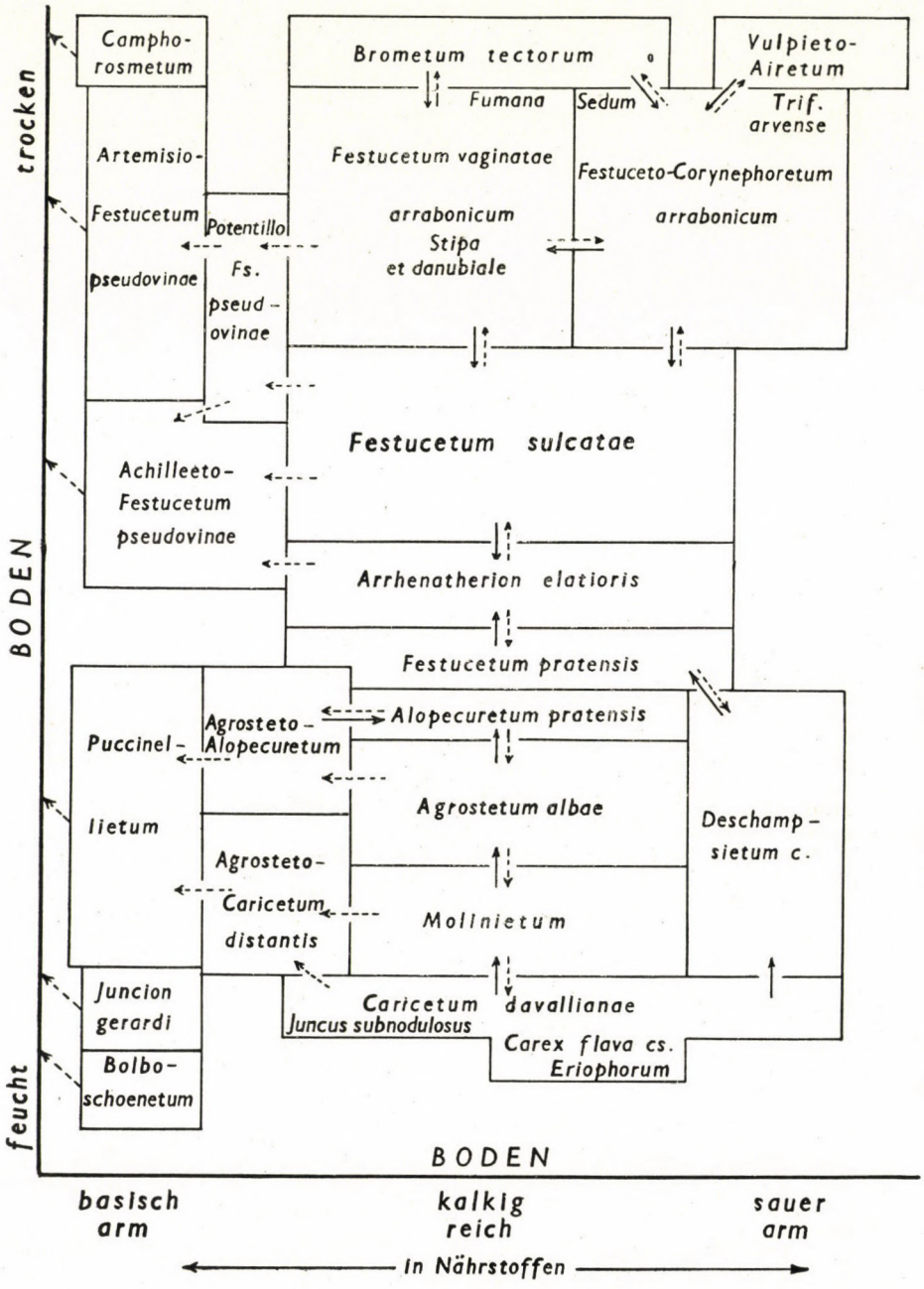
Schliesslich und zusammenfassend entwarf ich die Klassifikation der Rasen der Kleinen Ungarischen Tiefebene in zwei Dimensionen auf Grund solcher ökologischen Merkmale, welche auf diesem Gebiet die Entwicklung der Pflanzengesellschaften in erster Linie bestimmen.

Die Methode der Klassifikation in zwei Dimensionen wurde zuerst von Pogrebnyak ausgearbeitet und zwar für die Flachlandwälder der Sowjetunion auf Grund der Bodenfeuchtigkeit und des Nährstoffgehalts. Als Sukatschow seine ökologischen Reihen zusammenstellte, zog er ausser dem Boden schon andere ökologische Faktoren in Betracht. Zólyomi entwickelte diese zweidimensionale Klassifikationsmethode weiter und arbeitete diese auf die Wälder des Bükk-Gebirges (1954 : 102), Transdanubiens und der Ungarischen Tiefebene (1954 : 220—222) aus, unter Berücksichtigung der Verhältnisse des Bodenreliefs, des Klimas und der Bodenerosion. Der österreichische Botaniker Wagner war der erste, der diese Methode auf Wiesen anwandte, und zwar auf die Wiesen des Wiener-Beckens (1952 : 299—301) und legte dieselbe dem Pariser Botanischen Kongress vor.

Die vorliegende Arbeit ist der erste Versuch in Ungarn zur Klassifizierung der Rasengesellschaften der Tiefebene nach zwei Dimensionen.* Hier war als ökologischer Faktor neben der Bodenfeuchtigkeit nicht der Nährstoffgehalt, sondern die Bodenreaktion in Vordergrund zu stellen. Im entgegengesetzten Falle würden sich nämlich die Gesellschaften des sauren Bodens mit den Pflanzengesellschaften des schlechtesten Alkalibodens decken, wodurch die Übersicht und die Darstellung der Sukzession unmöglich würde. Zólyomi hatte in seiner, auf die Wälder der Ebene angewandten Klassifikation nur eine alkalische Pflanzengesellschaft zu berücksichtigen. Die Darstellung der Alkali-Pflanzengesellschaften ist auch auf diese Weise schwer und in der Tat würde nur eine dreidimensionale Darstellungsart ein echtes Bild geben.

Auf der vertikalen Achse ist die Bodenfeuchtigkeit, auf der horizontalen die Bodenazidität aufgetragen. Gleichfalls auf der horizontalen Achse sind in der Mitte die in Nährstoff reichen, auf beiden Seiten die an Nährstoff armen Böden aufgezeichnet, ähnlich wie bei Zólyomi (1954 : 102). Die Sukzession in progressiver Richtung wird durch einen ununterbrochenen, während jene in regressiver Richtung durch einen unterbrochenen Pfeil gekennzeichnet. Innerhalb der einzelnen Gesellschaften nehmen die Fazies nach demselben Prinzip Platz. Die Grösse des von den Gesellschaften eingenommenen Raumes bezeichnet auch ihre ökologische Amplitude, in vertikaler Richtung im Sinne der Bodenfeuchtigkeit, in horizontaler Richtung im Sinne der Bodenreaktion.

* Nach dem Abschluss der vorliegenden Arbeit erschien der Aufsatz von K. Roller, O. Sziklai und K. Tompa : „Adatok a kunfehértói erdészet termőhelytérképezéséhez" (Angaben zu den kartographischen Aufnahmen des Forstbetriebes von Kunfehértó. Erdőmérnöki Főisk. Közl. 1955. 13—53). in dem die Verfasser die Darstellung der Vegetation der Sandpusztен im Donau—Theiss Zwischenstromgebiet in zwei Dimensionen versuchen.



Zweidimensionale Darstellung der Rasen der Kleinen Tiefebene

Abkürzungen — Abbrevationes

Ch	Chamaephyta	Em	mitteleuropäisch
N	Nanophyta	Kt	kontinental
H	Hemikryptophyta	M	mediterran
G	Geophyta	P	pontisch
HH	Helo-hydatophyta	Atl	atlantisch
TH	Hemitherophyta	Bor	boreal
Th	Therophyta	Pa	pannonisch
B	Bryophyta	A	alpin
L	Lichenophyta	B, Ba	balkan
Cp	zirkumpolares Element	End	endemisch
Eua	eurasisch	Ko	kosmopolitisch
Eu	europäisch		

Verzeichnis der Aufnahmen

Caricetum davallianae (Tab. I)

		Altit.	Exp.	Incl.	Quadr.	Tempus
1—2.	Cott. Győr, Betlehem-puszta pr. pag. Tét ...	120	—	—	25	9. VI. 954
3—8.	Cott. Győr, Inter pag. Felpéc et Győrszemere	110	—	—	25	11. VI. 954
9—12.	Cott. Győr, Inter pag. Felpéc et Kispéc	110	—	—	25	11. VI. 954

Festucetum sulcatae danubiale (Tab. II)

1.	Cott. Esztergom, Supra pag. Tát	150	N	15	25	5. VII. 955
2.	Ibidem	150	W	25	25	5. VII. 955
3.	Cott. Komárom, Döglőd-puszta inter pag. Szőny et Mocsa	130	—	—	25	6. VII. 955
4—5.	Cott. Komárom, Béla-puszta pr. pag. Almásfüzitő.....	130	—	—	25	6. VII. 955
6—7.	Cott. Győr, Nagyszentjános	120	—	—	25	4. VI. 954
8—9.	Cott. Győr, Győrszentiván	120	—	—	25	5. VI. 954
10.	Cott. Győr, Kisszentpál-puszta pr. pag. Győrszemere	120	SW	5	25	10. VI. 954
11—12.	Cott. Komárom, Montes-Vértes supra pag. Oroszlány	200	—	—	25	8. VII. 955
13—15.	Cott. Komárom, Montes-Vértes supra pag. Pusztavám	220	S	0—5	25	8. VII. 955

Brometum tectorum (Tab. III)

1.	Cott. Komárom, Lovad-puszta pr. pag. Ács	125	W	2	25	3. VI. 954
2.	Cott. Komárom, Nagyszentjános	120	—	—	25	3. VI. 954
3—4.	Cott. Győr, Teke-puszta pr. pag. Mórichida .	120	—	—	25	8. VI. 954
5.	Cott. Győr, Betlehem-puszta pr. pag. Tét ..	125	NE	2	25	9. VI. 954

Festucetum vaginatae danubiale (Tab. IV)

1—2.	Cott. Esztergom, Pilismarót	105	—	—	25	4. VII. 955
3.	Ibidem	105	NE	10	25	4. VII. 955
4.	Ibidem	110	S	15	25	4. VII. 955
5.	Ibidem	113	—	—	25	4. VII. 955
6.	Cott. Esztergom, Kesztölc	150	E	10	25	5. VII. 955
7.	Cott. Esztergom, supra opp. Dorog.....	150	NE	10	25	5. VII. 955
8.	Cott. Esztergom, supra pag. Tát	150	N	15	25	5. VII. 955
9.	Ibidem	150	SW	15	25	5. VII. 955
10.	Cott. Komárom, Döglőd-puszta pr. pag. Szőny	125	NE	10	25	6. VII. 955
11.	Ibidem	130	SW	10	25	6. VII. 955

12—13.	Ibidem	130	—	—	25	6. VII.	955
14.	Cott. Komárom, Ölbő-puszta pr. pag. Tárkány	140	—	—	25	9. VII.	955
15.	Cott. Komárom, Likócs-puszta pr. pag. Ács	120	—	—	25	9. VII.	955

Festucetum vaginatae arrabonicum (Tab. V)

1—2.	Cott. Komárom, Ács	120	—	—	25	2. VI.	954
3.	Cott. Győr, Nagyszentjános	125	—	—	25	3. VI.	954
4—5.	Ibidem	120	—	—	25	4. VI.	954
6.	Cott. Győr, Győrszentiván	115	—	—	25	4. VI.	954
7—9.	Ibidem	120	—	—	25	5. VI.	954
10.	Cott. Győr, Felpéc, coll. Sisek	130	W	2	25	11. VI.	954
11.	Ibidem	130	E	4	25	11. VI.	954
12.	Ibidem	135	SW	8	25	11. VI.	954
13.	Cott. Komárom, supra pag. Mór	135	NE	10	25	8. VII.	954
14—15.	Cott. Veszprém, pr. pag. Bakonyszentlászló	250	—	—	25	20. VII.	955

Festuceto-Corynephoretum arrabonicum (Tab. VI)

1—2.	Cott. Győr, Ferencháza-puszta pr. pag. Móric-hida	120	—	—	25	7. VI.	954
3—4.	Ibidem	120	S	5	25	7. VI.	954
5.	Cott. Győr, Lesvár-puszta pr. pag. Mórichida	115	—	—	25	7. VI.	954
6.	Cott. Győr, Teke-puszta pr. pag. Mórichida	115	—	—	25	8. VI.	954
7.	Cott. Győr, Ferencháza-puszta pr. pag. Móric-hida	120	—	—	25	8. VI.	954
8.	Cott. Győr, Lesvár-puszta pr. pag. Mórichida	125	—	—	25	8. VI.	954
9.	Cott. Győr, Betlehem-puszta pr. pag. Tét	130	E	5	25	9. VI.	954
10.	Ibidem	125	—	—	25	9. VI.	954
11.	Ibidem	125	S	5	25	9. VI.	954
12.	Cott. Veszprém, Fenyőfő	240	—	—	25	30. VI.	953
13—15.	Cott. Veszprém, inter pag. Fenyőfő et Bakony-szentlászló	240	—	—	25	20. VII.	955

LITERATUR

1. Aszód, L.: Adatok a nyírségi homok ökologiájához és szociológiájához. (Beiträge zur Ökologie und Soziologie der Sandvegetation des Nyirség.) Acta Geobot. Hung. **1.** 1936. 75—106.
2. Bacsó, N.—Kakas, L.—Takács, J.: Magyarország éghajlata. Budapest, 1953. (Das Klima Ungarns.) Budapest, 1953.
3. Borbás, V.: A Balaton tavának és mellékének növényföldrajza és edényes növényzete. Budapest, 1900.
4. Borbás, V.: Die pflanzengeographischen Verhältnisse der Balatonseegegend. — Deutsche Bearbeitung von J. Bernátsky. Wien, 1907.
5. Boros, Á.: Florisztikai közlemények I. (Floristische Mitteilungen I.) Bot. Közl. **19.** 1923. 64—70.
6. Boros, Á.: A Mezőföld növényföldrajza. (Die Pflanzengeographie des Mezőföld.) Nur ungar. Földr. Ért. **2.** 1953. 234—254.
7. Boros, Á.: A Vértes hegység, a Velencei hegység, a Velencei tó és környékük növényföldrajza. (Die Pflanzengeographie des Vértesgebirges, des Velenceergebirges, des Velenceer Sees und ihrer Umgebung.) Nur ungar. Földr. Ért. **3.** 1954. 280—310.
8. Boros, Á.: Magyarország mohái. (Die Moose Ungarns.) Nur ungar. Budapest, 1953.
9. Braun-Blanquet, J.: Pflanzensoziologie. 2. Aufl. Wien, 1951.
10. Domokos, J.: Beiträge zur Pflanzengeographie der Umgebung von Budapest. Borbásia **1.** 1939. 145—146.
11. Dostál, J.: Květena ČSR. Praha, 1950.
12. Feichtinger, S.: Esztergommegye és környékének flórája. (Flora des Komitates Esztergom und seiner Umgebung.) Nur ungar. Esztergom, 1899.
13. Gáyer, Gy.: Komárommegye virágos növényeiről. (Über die Blütenpflanzen des Komitates Komárom.) M. Bot. Lapok **15.** 1916. 37—54.

14. HARGITAI, Z.: Nagykőrös növényvilága II. A homoki növényszövetkezetek. (Die Vegetation von Nagykőrös II. Die Sandpflanzengesellschaften.) Bot. Közl. **37.** 1940. 205—240.
15. HILLEBRANDT, F.: Beitrag zur Flora von Ungarn. Ö. B. Z. **8.** 1858. 297—300.
16. HORVATIĆ, S.: Soziologische Einheiten der Niederungswiesen in Kroatien und Slavonien. Acta Bot. Inst. Bot. Univ. Zagreb. **5.** 1930. 57—118.
17. KÁRPÁTI, I.—KÁRPÁTI, V.: The aspects of the calciphilous turf *(Festucetum vaginatae danubiale)* in the environs of Vácrátót. Acta Bot. Acad. Scient. Hung. **1.** 1954. 129—157.
18. KERNER, A.: Das Pflanzenleben der Donauländer. Wien, 1863.
19. KERNER, A.: Die Vegetationsverhältnisse des mittleren und östlichen Ungarns und angrenzenden Siebenbürgens. Innsbruck, 1875.
20. KÉZ, A.: A Duna Győr—Budapest közötti szakaszainak kialakulása. (Über die Entstehung des Donauabschnittes zwischen Győr und Budapest.) Földr. Közl. **62.** 1934. 175—192., 218—219.
21. KLIKA, J.: Studien über die xerotherme Vegetation Mitteleuropas III. Die Pflanzengesellschaften auf Sandböden des Marchfeldes in der Slowakei. Beihefte z. bot. Zentralbl. **52.** 1934. 1—16.
22. KNAPP, G.—KNAPP, R.: Über die Verbreitung einiger Arten der Sand-Fluren und Trockenrasen im Oberrhein-Gebiet. Geobot. Mitt. (Inst. Univ. Köln.) No. 2. 1952. p. 1—19.
23. KNAPP, R.: Zur Systematik der Wälder, Zwergstrauchheiden und Trockenrasen des eurosibirischen Vegetationskreises. Halle, 1942.
24. KRIPPEL, E.: Die Pflanzengesellschaften auf Flugsandböden des slowakischen Teiles des Marchfeldes. Aichinger Festschrift I. 1954. 632—639.
25. KRIPPEL, E.: Rozšírenie zlatej brady (*Chrysopogon gryllus* Trin.) na Slovensku. Biologia **9.** 1954. 248—262.
26. KRIPPEL, E.: Príspevok k poznaniu kveteny piščitých pôd južného Slowenska. Biologia **9.** 1954. 453—457.
27. KRIST, V.: Příspěvek ke květene písků na jižním Slovensku. (Ad floram arenicolam Slovakiae meridionalis additamentum.) Příroda **30.** 1937. 1—5.
28. KRIST, V.: Přispěvek k poznání květeny čekoslovenské III. *Ephedra distachya* L. nový zástupce čekoslovenské květeny. Spisy vyd. Přírodověd. fak. Masaryk. univ. č. 1938. 263.
29. NEILREICH, A.: Aufzählung der in Ungarn und Slavonien bisher beobachteten Gefässpflanzen. Wien, 1866.
30. PÉCSI, M.: Morfológiai adatok a Móri-árok kavicsainak keletkezési körülményeihez. (Morphologische Angaben zu den Entstehungsverhältnissen der Schotter im Mórer Graben.) Földr. Ért. **4.** 1955. 395—402.
31. PILLITZ, B.: Veszprém vármegye növényzete. (Flora des Komitates Veszprém.) Veszprém, 1908.
32. PÓCS, T.: A rákoskeresztúri „akadémiai erdő" vegetációja. (Die Vegetation des »Akademischen Waldes« in Rákoskeresztur.) Bot. Közl. **45.** 1954. 283—295.
33. POGREBNYÁK, P.: Über die Methodik von Standortuntersuchungen in Verbindung mit den Waldtypen. Verh. Int. Congr. Forstl. Versuchsanstalten Stockholm. Stockholm, 1929.
34. POLGÁR, S.: A győrmegyei homokpuszták növényélete. (Das Pflanzenleben der Sandsteppen des Komitates Győr.) Nur ungar. Győri Áll. Főreálisk. Ért. 1912. 3—14.
35. POLGÁR, S.: Győrmegye növényföldrajza. (Die Pflanzengeographischen Verhältnisse des Komitates Győr.) M. Bot. Lapok **11.** 1912. 308—338.
36. POLGÁR, S.: Győr megye flórája. (Flora des Komitates Győr.) Bot. Közl. **38.** 1941. 201—352.
37. RÉDL, R.: A bakonyhegység és környékének flórája. (Flora regionis montium Bakony.) Veszprém, 1942.
38. REUSS, J.: Května Slovenska čili opis všech jevnosnybných na Slovensku divorostaucích a mnohých zachradních zrostlín. (Flora der Slowakei oder Beschreibung aller dort wild wachsenden oder in Gärten gezogenen Pflanzen.) Štavnici, 1853.
39. ŠMARDA, J.: Příspěvek k poznání rostlynných společenstev presypových písků na jížním a jihozápadním Slovensku. Biologia **8.** 1953. 497—526.
40. SOKLIĆ, I.: Biljni sviet podravsih piesaka. (Die Pflanzenwelt des Sandbodengebietes »Podravski pescic« in Kroatien.) Zagreb, 1943.
41. SOÓ, R.: Adatok a Balatonvidék flórájának és vegetációjának ismeretéhez. II. (Beiträge zur Kenntnis der Flora und Vegetation des Balaton-Gebietes II.) M. B. I. M. **3.** 1930. 169—185.
42. SOÓ, R.: Összehasonlító növényföldrajzi tanulmányok. (Vergleichende pflanzensoziologische Betrachtungen.) Bot. Közl. **30.** 1933. 58—67.
43. SOÓ, R.: A Balaton-vidék növényszövetkezeteinek szociológiai és ökológiai jellemzése.

(Die Pflanzengesellschaften des Balaton-Gebietes.) Mat. és Termtud. Ért. **50.** 1933. 669—707.
44. Soó, R.: Vasmegye szociológiai és florisztikai növényföldrajzához. (Zur soziologischen und floristischen Pflanzengeographie des Komitats Vas in Westungarn.) Vasi Szemle **1.** 1934. 105—134.
45. Soó, R.: Homokpusztai és sziki növényszövetkezetek a Nyírségen. (Sand- und Alkalisteppenassoziationen des Nyírség.) Bot. Közl. **36.** 1939. 90—108.
46. Soó, R.: Vergangenheit und Gegenwart der pannonischen Flora und Vegetation. Nova Acta Leop. **9.** 1940. 3—49.
47. Soó, R.: Növényszövetkezetek Sopron környékéről. (Pflanzengesellschaften aus der Umgebung von Sopron.) Acta Geobot. Hung. **4.** 1941. 7—34.
48. Soó, R.: Conspectus des groupements végétaux dans les Bassins Carpathiques I. Les associations halophiles. Debrecen, 1947.
49. Soó, R.: Revue systématique des associations végétales des environs de Kolozsvár. Acta Geobot. Hung. **6.** 1. 1947. 1—50.
50. Soó, R.: Les associations végétales de la Moyenne-Transylvanie II. Les associations des marais, des prairies et des steppes. Acta Geobot. Hung. **6.** 2. 1949. 1—107.
51. Soó, R.—Jávorka, S.: A magyar növényvilág kézikönyve. I—II. (Handbuch der ungarischen Pflanzenwelt.) Nur ungar., Budapest, 1951.
52. Soó, R.—Zólyomi, B.: Növényföldrajzi térképezési tanfolyam jegyzete. (Kompendium des geobotanisch-kartographischen Kurses.) Vácrátót, 1951. (Vervielf.)
53. Sümeghy, J.: Adatok a Kis-Alföld keleti öble pliocén kavicstakarójának ismeretéhez. (Beiträge zur Kenntnis der pliozänen Schotterdecke der östlichen Ausbuchtung der Kleinen Ungarischen Tiefebene.) Acta lit. ac. Scient. Sect. Sci. Nat. II. 1926. 131—138.
54. Szádeczky-Kardoss, E.: Geologie der Rumpfungarländischen Kleinen Tiefebene. Sopron, 1938.
55. Szádeczky-Kardoss, E.: A Gerecse-hegység magasteraszai. (Petrographische Untersuchungen der hochgelegenen Terrassen des Gerecse-Gebirges.) Földt. Közl. **69.** 1939. 279—290.
56. Szukacsov, V. N.: Труды освещания полесной типологии АН СССР. Moskau, 1951.
57. Tatár, M.: A pannoniai flóra endemikus fajai. (Die endemischen Arten der pannonischen Florenprovinz.) Acta Geobot. Hung., **2.** 1939. 80—128.
58. Ujvárosi, M.: Recherches sociologiques sur les prés aux bords de la rivière Zala près Kehida. Acta Geobot. Hung. **6.** I. 1947. 93—103.
59. Valenta, V.: *Colchicum arenarium* W. K. — Nova Rostlina pro ČSR. Sbor. klubu prir. **28.** 1947. 112—115.
60. Volk, O.: Beiträge zur Ökologie der Sandvegetation der Oberrheinischen Tiefebene. Zeitschr. für Botanik. **24.** 1931. 81—185.
61. Wagner, H.: Pflanzensoziologie des Acker- und Grünlandes. In Gerold's Handbuch der Landwirtschaft. Wien, 1952. 283—350.
62. Zólyomi, B.: A Hanság növényszövetkezetei. (Die Pflanzengesellschaften des Hanság.) Vasi Szemle **1.** 1934. 146—174.
63. Zólyomi, B.: Tízezer év története virágporszemekben. (Zehntausend Jahre Geschichte in Pollenkörnchen.) Nur ungar., Termtud. Közl. **68.** 1936. 504—516.
64. Zólyomi, B.: A középdunai flóraválasztó és a dolomit jelenség. (Die Mitteldonau-Florenscheide und das Dolomit-Phänomen.) Bot. Közl. **39.** 1942. 209—231.
65. Zólyomi, B.: Magyarország növénytakarójának fejlődéstörténete az utolsó jégkorszaktól. MTA. Biol. Oszt. Közl. **1.** 1952. 491—544. (Die Entwicklungsgeschichte der Vegetation Ungarns seit dem letzten Interglazial.) Acta Biol. Acad. Scient. Hung. **4.** 1953. 367—430.
66. Zólyomi, B.: Phytocénologie et la sylviculture en Hongrie. Acta Bot. Acad. Scient. Hung. **1.** 1954. 215—223.
67. Zólyomi, B.: Forstwirtschaftliche Ergebnisse der geobotanischen Kartierung im Bükk-Gebirge. Acta Bot. Acad. Scient. Hung. **1.** 1955. 361—395. (Mit Bearbeitung Jakucs, P.—Baráth, Z.—Horánszky, A.)
68. Zsolt, J.: A Szentendrei sziget növénytakarója. (Die Vegetation der Donau-Insel Szentendre.) Index Hort. Bot. Univ. Budapest, **6.** 1943. 1—18.

СТЕПНЫЕ И ЛУГОВЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ НА ПЕСЧАНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ МАЛОЙ ВЕНГЕРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

А. БОРХИДИ

Резюме

Песчаная территория Малой Венгерской низменности (Аррабоникум) делится на 6 меньших областей, а именно: 1. Шокороалья, 2. Песчаная область между гг. Дьёр, Комаром и Тата, 3. Песчаная область около г. Эстергом, 4. Песчаная область у с. Пилишмарот, 5. Песчаная область у сс. Комарно—Хетина, 6. Песчаная область у сс. Штурово—Ценкова. Последние две области простираются на территории Чехословакии. Они излагаются в статьях Смарда и Криппел.

1. Шокороалья — это равнина, простирающаяся на юге от г. Дьёр, до подошвы Магаш-Баконь (Высокий Баконь). Она ограничивается на востоке грядом холмов Шокоро, а на западе долиной реки Марцал. В геоботаническом отношении сюда относится также и песчаная область Баконьалья. Эта территория покрыта слабо кислым песком, на котором господствует ацидоклинная песчаная степь, ассоциация *Festuceto — Corynephoretum*, и появляются также и ацидофильные и средне-европейские сарматские элементы.

2. Песчаная область Дьёр—Комаром—Тата простирается параллельно течению Дуная между грядом холмов Шокоро и горами Герече. Она покрыта известковым песком с щелочной реакцией, и следовательно ее растительность также резко отличается от песчаной вегетации вышеописанной территории. В геоботаническом отношении данную область можно делить на две более мелкие единицы: между городами Дьёр и Комаром господствует известковая песчаная степь Малой Венгерской низменности, бедная восточными, континентальными и эндемическими видами: *Festucetum vaginatae arrabonicum*, тогда как на востоке от этой области она сменяется растительной ассоциацией *F. v. danubiale* Междуречья Дуная и Тиссы, которая гораздо богаче континентальными, понтическими и эндемическими видами.

3. Эстергомская и 4. Пилиш-маротская песчаные области также покрыты вышеупомянутой ассоциацией. Геоботанические данные находятся в согласии с климатологическими данными, следовательно эти области можно рассматривать как с геоботанической так и с климатической точки зрения уже как переходные зоны к флористической области (Прематрикум) Междуречья Дуная и Тисы (см. рис. 3—7).

На данной территории господствующими растительными ассоциациями являются: на заболоченных лугах имеют большое значение консоциации *Caricetum davallianae* и *Carex flava (Caricetosum flavae*, см. табл. I) и *Molinietum*. Болотные луга представлены на территории Шорокоалья ассоциацией *Deschampsietum caespitosae*, которая сменяется на востоке ассоциацией *Agrostetum albae*. Сенокосы слагаются на западе из дернов *Arrhenatheretum elatioris*, дающих наивысшие укосы, а вдоль Дуная — из богатых видами разнообразных составов *Festucetum pratensis*. Первогодичный закрепитель песков на песчаной степи — это дерн *Brometum tectorum* (см. табл. II.). Эта ассоциация встречается редко, она в большинстве случаев засоренная, с нарушенным образованием, часто наблюдается на месте заброшенных пахотных культур. Автор определяет характерные, бедные восточными видами типы известковых песчаных степей — вслед за Шоо — под названием *Festucetum vaginatae arrabonicum* (см. табл. IV). Этот тип встречается также и на территории Малой Венгерской низменности, протягивающейся в пределах Чехословакии, далее и на известковых песчаных степях Южной Трансданубии (область Зала). Ассоциации *F. v. danubiale* (см. табл. III.) известковых песчаных степей Междуречья Дуная и Тисы характерны для восточных областей. На основании наличия ряда ацидофильных и бальтийских, также как и атлантийских-средиземноморских элементов автор отделяет составы кислых песчаных степей на Малой Венгерской Низменности *(Festuceto-Corynephoretum)* от составов в Ньиршеге и Морвамезё, и называет их *F. c. arrabonicum* (см. табл. V.), причем он относит в этот тип также и ацидоклинные песчанные степи в Южной Трансданубии (внутренняя часть области Шомодь) и в Задравской области. Дерны связных песчаных степей *Festucetum sulcatae danubiale* (см. табл. VI) — проявляют единообразное развитие, и постепенно беднеют в направлении к Венскому бассейну. Засоленные области на данной территории играют менее важную роль.

Наконец автор опубликует двухмерное экологическое изображение растительных ассоциаций, составленное на основании влажности и реакции почвы, учитывая при этом также и содержание питательных веществ в почве. В изображении величина отдельных растительных сообществ показыват амплитуду и пластичность их экологического требования к соответствующим экологическим факторам. На данном изображении отмечается также и последовательность, а именно: стрелка указывает на прогрессивное, прерывистая же стрелка — на регрессивное направление последовательности.

NATÜRLICHES VORKOMMEN VON *FRAXINUS OXYCARPA* IN UNGARN

(VORLÄUFIGE MITTEILUNG)

von

I. KÁRPÁTI und VERA KÁRPÁTI

(Botanisches Forschungsinstitut von Vácrátót der Ungarischen Akademie der Wissenschaften)

(Eingegangen am 16. März 1956)

Das natürliche Vorkommen der spitzfrüchtigen Esche *(Fraxinus oxycarpa* Willd.) haben wir bisher in Ungarn nicht gekannt. S. JÁVORKA deutet sie in seinem Werke: Ungarische Flora (1924—25) von der uns am nächsten liegenden kroatischen Seeküste an und erwähnt auch ihr Vorkommen mit Fragezeichen an der unteren Donau. Nach dem Werke von SOÓ-JÁVORKA: Handbuch der ungarischen Pflanzenwelt (1951) wird sie in Ungarn nur als Zierbaum, Strassenbaum angebaut. Im Herbarium der Botanischen Abteilung des Naturhistorischen Museums kennen wir gleichfalls nur aus Parkanlagen stammendes heimisches Material.

Während der Aufnahmen der Waldtypen des Donau-Überschwemmungsgebietes studierten wir die Eschen und hielten wir es für wahrscheinlich, dass *Fraxinus oxycarpa* in den Ulmen—Eschen—Eichen- *(Querceto—Ulmetum)* und Weiden—Pappeln—Auenwäldern *(Saliceto-Populetum)* im südlichen Teil des heimischen Gebietes vorkommt, weil sie von SLAVNIĆ in seiner über die Überschwemmungswälder der Vojvodina geschriebenen Studie unter ähnlichen Umständen angegeben wird.

Gelegentlich unserer Forschungsreise nach Karapancsa-Béda (Komitat Bács-Kiskun) am 15—18. August 1955 haben wir das massenhafte Vorkommen von *Fraxinus oxycarpa* angetroffen, die an den erwähnten Stellen mit *F. excelsior* gemischt vorkommt. *F. excelsior* ist im inländischen Donau-Überschwemmungsgebiete überall einheimisch und kann mit der ihr nahe stehenden *F. oxycarpa* sehr leicht verwechselt werden. GY. PRODÁN in seinem Werke: Flora des Komitats Bács-Bodrog (1916) studierte auch die heute im jugoslawischen Gebiete liegenden Wälder des Donau-Überschwemmungsgebietes und gibt aus jenen Stellen, wo SLAVNIĆ Fr. oxycarpa erwähnt, nur das Vorkommen von *F. excelsior*. Nach seinem zitierten Werk: »*F. excelsior* L. findet sich in Kultur, kommt bisweilen auch wild in den Wäldern entlang der Donau vor (S. 247)«. Allem Anschein nach hat er *F. oxycarpa* mit der dort nur zerstreut vorkommenden *F. excelsior* verwechselt.

SLAVNIĆ irrt sich gewiss, wenn er in der zönologischen Beschreibung der Überschwemmungswälder der Vojvodina nur über das Vorkommen von

F. oxycarpa schreibt. Er hat, unserer Meinung nach, die zerstreute *F. excelsior* neben der hier massenhaft vorkommenden *F. oxycarpa* nicht berücksichtigt.

Die Nordgrenze der *F. oxycarpa* in Ungarn stimmt auf Grund unserer Angaben mit dem Nordrande des Florendistrikts Titelicum überein. Unsere systematischen waldzönologischen Aufnahmen werden ihre heimische Verbreitung, ihre Ökologie und zönologischen Verhältnisse genauer umreissen.

Während LINGELSHEIM den Formenkreis von *F. oxycarpa* in breiter Auffassung erörtert, andere Autoren, z.B. C. K. SCHNEIDER (S. 833—835) und REHDER (S. 774) bestätigen mehrere Varietäten als selbständige Arten. REHDER betrachtet, neben *F. oxycarpa*, *F. obliqua* Tausch, *F. angustifolia* Vahl, *F. syriaca* Boiss., *F. elonsa* Kirchner usw. für eigene Arten.

F. oxycarpa ist im weiteren Sinne ein Baum von mediterranem Charakter. In Europa ist sie im Mittelmeergebiete allgemein verbreitet, ausserdem einheimisch auch in Vorderasien, der Krim, dem Kaukasus, Nord- und Ost-Iran sowie in Nord-Afrika.

Zönologie der Art

Ihre Gesellschaftsverhältnisse stimmen mit der der gemeinen Esche überein. Sie kommt im allgemeinen in den Ulmen—Eschen—Eichen- und in den Weiden—Pappeln—Auenwäldern vor. Ausser unseren zönologischen Aufnahmen kennen wir diesbezügliche Angaben aus Jugoslawien, aus der Arbeit von SLAVNIĆ über die Überschwemmungswälder der Vojvodina. STOJANOFF (S. 503) veröffentlicht sie aus dem Longos-Walde entlang des Flusses Kamtschija in Bulgarien, aus einer solchen Gesellschaft, die unserem *Querceto—Ulmetum hungaricum* (Soó) nahe steht, doch mehr mediterranen Charakters. R. SOÓ und T. SIMON haben ebendaher unpublizierte zönologische Aufnahmen. Unsere eigenen zönologischen Angaben sind noch mangelhaft, wir entdeckten ja diesen Baum nur am Ende des Sommers 1955 (16. August), unsere Aufnahmen müssen noch mit weiteren Angaben ergänzt werden.

Wir sind überzeugt, dass *F. oxycarpa* im natürlichen Zustande im Donau-Abschnitte zwischen Mohács und Hercegszántó eine bedeutende Rolle gespielt hatte, es durfte im Laubkronenschicht der Auenwälder im Verhältnisse zur gemeinen Esche in einer Proportion von etwa 8 : 2 vorkommen. Es wird heute schon infolge der systematischen Kahlschläge in den Hintergrund gedrängt. Im Waldteil von Karapancsa ist es in einem im Herbst dieses Jahres unter Schlag gekommenen 110jährigen *Querceto—Ulmetum* noch in bedeutender Menge vorhanden.

Nach den Aufnahmen von SLAVNIĆ kommt Fr. Oxycarpa in der Laubkronenschicht der am Ufer liegenden Weidengebüsche *(Salicetum albo-amygdalinae* Slavnić = *S. triandrae)* ab und zu vor (aus 9 Aufnahmen in 2), ist gleichfalls zerstreut in Weiden—Pappeln Auen *(Populetum nigro-albae* Slavnić =

= *Saliceto—Populetum* p. maj. p. aus 9 Aufnahmen in 5). Der Standort ihres eigentlichen Vorkommens ist der Ulmen–Eschen–Eichen–Auenwald *(Fraxineto-Ulmetum effusae* Slavnić = *Querceto-Ulmetum)*, wo sie in allen Aufnahmen —

Fig. 1. A. *Fraxinus oxycarpa* Wills. var. *petiolata* nov. var. Kárpáti I. fruchtender Zweig. B. Blättchen. C. *Fraxinus excelsior* L. Blättchen der typischen Form. (gezeichnet von VERA CSAPODY)

so in der Laubkronenschicht, wie auch in der Strauch- und Krautschicht — aufzufinden ist. Mangelhaftigkeit der Angaben von SLAVNIĆ ist, dass er die genauere Stelle der einzelnen zönologischen Aufnahmen nicht angibt, wir kön-

nen nur aus der allgemeinen Beschreibung erkennen, wo sie ungefähr aufgenommen wurden.

Die zönologische Zusammensetzung aller dieser Ufergebüsche, sowohl auch jene der Auenwälder im wesentlichen stimmt mit denselben der heimischen Wälder von ähnlichem Typ überein, nur einige Arten mediterranen Charakters, wie die Anwesenheit von *Asparagus tenuifolius*, *Tamus communis* und *Crataegus pentagyna* würde einem Unterschied zeigen. Diese kommen schon ab und zu auch in den südlicheren Teilen des Donau-Überschwemmungsgebietes Ungarns vor. (Über das Vorkommen von *Tamus communis* z. B. gibt es auch von Baja eine zweifelhafte Angabe.) Die von SLAVNIĆ erwähnte *Crataegus pentagyna* ist wahrscheinlich mit *C. degeni (monogyna* × *nigra)* identisch. Auch die Angabe von *Asparagus tenuifolius* ist allem Anschein nach irrig, weil es sich wahrscheinlich auf *Asparagus officinalis* var. *pseudotenuifolius* Polgár bezieht. Diese Varietät kommt zerstreut auch in den heimischen Donau-Auenwäldern vor.

Beschreibung der Art

F. oxycarpa steht unter unseren heimischen Eschen (Fig. 1, 2) der *F. excelsior* am nächsten.

Die Blätter von *F. oxycarpa* bestehen im allgemeinen aus 7 Blättchen (seltener 5, 9, 11), die Blättchen sind eiförmig-lanzettlich, mit abstehenden geraden Sägezähnen. Die Blätter am Grunde sind keilförmig, die Blattfläche kahl. Die Frucht ist am Grunde ± keilförmig, die Knospen dunkelbraun. Die Art ist ziemlich polymorph, die Form der Blätter und der Frucht sehr veränderlich. (Vgl. C. K. SCHNEIDER, S. 834, KOMAROV-SCHISCHKIN, S. 493, Tab. XXV.)

Die von uns gesammelte *F. oxycarpa* (Fig. 1) stimmt mit den Beschreibungen nicht überein. Sie unterscheidet sich von der typischen *F. oxycarpa*, indem die Blättchen in einen Stiel von einigen mm (2—6 mm) verschmälert (herablaufend) sind, die Blättchen gröber gezähnt, als die der typischen *F. oxycarpa*. Die Merkmale des von mehreren Bäumen gesammelten Materials stimmen überein. Auf Grund derselben beschreiben wir es als eine besondere Varietät, unter dem Namen *F. oxycarpa* var. *petiolata* I. Kárpáti.

Der in Karapancsa gesammelte Typus befindet sich im Herbarium des Botanischen Forschungsinstituts der Ungarischen Akademie der Wissenschaften (Vácrátót).

Folia foliolis lanceolatis, serratis dentibus magnis parantibus, apice majoribus, glabris tantum subtus ad nervos primarios in parte inferiore pilosis. Foliola basi in petiolum 2—6 mm longum attenuata.

Legit: I. KÁRPÁTI, in silva Karapancsa prope Mohács (Com. Bács-Kiskun, Hungaria). In associationibus *Querceto-Ulmetum* et *Saliceto-Populetum*.

Altitudo : 85 m. s. m. Typus : in herb. Inst. Botan. Acad. Hung. Vácrátót.

BOISSIER veröffentlichte eine var. *petiolulata* in seiner Flora Orientalis aus dem Formenkreis von *F. excelsior (F. petiolulata* Boiss. Diagn. Ser. II. 3. S. 119) mit der folgenden Beschreibung : »Foliola magna, crenulata, longe attenuato-acuminata, basi longiuscule petiolulata« vom Taurus von Zilizien, wo sie von KOTSCHY gesammelt wurde. Er bemerkt, dass diese Varietät »ob foliola magna lata 3½—4 pollices longa huc potius quam ad formas *F. oxyphyllae* referenda, samara 15 lin longa 4 lata acutiuscula.« Die neuere Literatur zieht diese Pflanze unter falschem Namen *(F. petiolata)* zum *F. ornus*, so LINGELSHEIM, REHDER, während C. K. SCHNEIDER (S. 825) sie, als unsichere Form, neben die Arten mit gestielten Blättchen *(F. sogdiana* Bunge, *F. potamophila* Herder) stellt. Letztere mittelasiatische Arten stehen aber fern von der *F. oxycarpa*. Die Beschreibung von *F. sogdiana* (bei Lingelsheim, S. 52) passt wohl auf unsere Pflanze, doch nach der Abbildung (C. K. SCHNEIDER, S. 832) hat sie eine ganz andere Blattform.

Auf Grund der Forschungen von KITAIBEL kennen wir die einzige auf *F. oxycarpa* bezügliche Literaturangabe (KANITZ, S. 536) aus Ungarn, die in der neueren heimischen Literatur (JÁVORKA, S. 818, SOÓ-JÁVORKA, S. 477—478) als unsicher nicht erwähnt wird. »*Fraxinus* foliis lanceolatis inter Kenese et praedium Mama observata convenit cum oxyphylla. M. A. B. fl. taur.-cauc. ii. 450. Cortex cinereus, minutus, depressis veruculis adspersus. Gemmae ovatae, nigrae. Folia trijuga cum inpari, omnino glabra ; foliolis petiolatis, basi angustatis inacuminatis, acumine oblique curvato, leviter (nec profunde) serratis serraturis obtusis. Foliolum terminale basi regulare. Fructum non vidi.« Wir kennen leider weder Abbildung, noch Herbariumexemplar von der von KITAIBEL aufgezeichneten Pflanze. Die Merkmale der Blättchen der ohne Frucht beschriebenen Pflanze zeigen± die Merkmale von *F. oxycarpa*, die schwarze Farbe der Knospen ist aber mehr für *F. excelsior* charakteristisch.

Diese Holzart, die bei der Aufforstung des Überschwemmungsgebietes in Betracht kommen kann, erfordert nähere Untersuchung aus ökologischen und forstwirschaftlichen Gesichtpsunkten.

In seiner vergleichenden Studie veröffentlicht FUKAREK (1956) die Beziehungen der *Fraxinus angustifolia* (die mit der *Fraxinus oxycarpa* identisch ist) und der *Fraxinus excelsior*. Auf Grund der Form der Blätter und der Frucht stellt er die Unterscheidungsmerkmale fest.

Leider ist seine frühere Arbeit — in welcher er sich mit der *Fraxinus angustifolia* ausführlich beschäftigt — gegenwärtig in Ungarn nicht zu haben.

Die dringende Aufgabe des Naturschutzes ist, die weiteren Fundorte zu entdecken und wenigstens einen charakteristischen Standort für Naturschutzgebiet zu erklären. Es ist zu bedauern, dass die noch erhalten gebliebenen schönen Waldteile in den vergangenen Jahren unter Schlag gerieten.

Zum Schluss sprechen wir unseren besten Dank Herrn R. SOÓ, Mitglied

der Akademie, dafür aus, dass er bei der Ausführung der literarischen Beziehungen uns weitgehende Hilfe geleistet und unser Manuskript durchgesehen und ergänzt hat.*

LITERATUR

1. Boissier, E.: Flora Orientalis. Genève-Basel. IV. 1879. p. 40—41.
2. Brižický, J.: Niekol'ko zriedkavých drevin Slovenska. Sbornik prác Přirodovedeckej fakulty Slovenskej university v Bratislave. 7. 1943. p. 10—11.
3. Degen, A.: Eine Bemerkung über das Vorkommen von Fraxinus coriariaefolia Scheele im Osten der Balkanhalbinsel. Österr. Bot. Zschr. *70.* 1921. p. 204.
4. Domin, K.: O proměnlivosti jasanu ztepilého (Fraxinus excelsior L.) Zvlaštni otisk z časopisu „Lesnická práce" roč. *14.* 1935. p. 477—484.
5. Fiori, A.: Nuova Flora Analitica d'Italia. II. Padova, 1925—29. p. 243.
6. Fukarek, P.: Dodatak Članku „Poljski jasen (Fraxinus angustifolia Vahl)". Šumarskog lista. 1955. p. 16—21.
7. Hayek, A.—Markgraf, F.: Prodromus florae peninsulae Balcanicae. II. Berlin-Dahlem, 1931. p. 436.
8. Hegi, G.: Illustrierte Flora von Mittel-Europa. V. 3. München, 1927. p. 1922.
9. Hultén, E.: Studien über Fraxinus excelsior L. Acta Botanica Fennica, *28.* 1941. p. 1—250.
10. Jávorka, S.: Magyar Flóra. (Ungarische Flora.) Budapest, 1924—25. p. 818.
11. Kanitz, A.: Reliquiae Kitaibelianae partim nunc primum publicatae e manuscriptis Musei Nationalis hungarici. Verh. d. Zool.-Bot. Ges. *13.* 1863. p. 536.
12. Lingelsheim, A.: Oleaceae-Oleoideae-Fraxineae im Engler, A. Das Pflanzenreich. *72.* Leipzig, 1920. p. 1—125.
13. Lingelsheim, A.: Bemerkungen über rumänische und bulgarische Eschen. Österr. Bot. Zschr. *72.* 1923. p. 349—353.
14. Prodán, Gy.: Bács-Bodrog vármegye flórája. (Flora des Komitats Bács-Bodrog.) Magy. Bot. Lap. *15.* 1916. p. 120—269.
15. Rehder, A.: Bibliography of Cultivated Trees and Shrubs. Jamaica Plain, 1949. p. 562.
16. Rehder, A.: Manual of Cultivated Trees and Shrubs . . . New York, Ed. 2. 1949. p. 774.
17. Schneider, C. K.: Illustriertes Handbuch der Laubholzkunde. II. 1912. p. 833—835.
18. Slavnić, Ž.: Nizinske šume Vojvodine. Zbornik Matice Srpske. Sveske 2. Novi Sad, 1952. p. 1—22.
19. Soó, R.—Jávorka, S.: A magyar növényvilág kézikönyve. (Handbuch der ungarischen Pflanzenwelt.) Budapest, 1951. p. 477—478.
20. Stefanoff, B.: Für die Flora Bulgariens neue und seltene Pflanzen. Österr. Bot. Zschr. *70.* 1931. p. 113.
21. Stojanoff, N.: Der Longos-Wald in Bulgarien. Englers Botanische Jahrbücher, *42.* 1929. 502—523.
22. Tschermak, L.: Waldbau auf pflanzengeographisch-ökologischer Grundlage. Wien, 1950. p. 198.
23. Vasziliev, V. H.: Jasen-*Fraxinus* L. in Komarov, V. L.—Schischkin, B. K.—Bobrov, E. G. Flora SSSR. Moskau, *18.* 1952. p. 485—502.

* Nach der Abgabe dieser Arbeit in die Druckerei haben A. Borhidi im Walde Galla bei Somogyudvarhely, auch im Walde Lankoc bei Csurgó und die Autoren sowohl in den Wäldern von Perdél, Pusztabarcs, Tüskés, Metecs, Őrháza von 32 km bei Barcs, als auch in den Wäldern von Nagygesnye in der Umgebung von Sellye, Drávaivány, Dongó und Kisgesnye das Vorkommen der Baumart beobachtet. Es kann auf Grund dieser festgestellt werden, dass *Fraxinus oxycarpa* in den Auenwäldern des ungarischen Abschnittes der Drau sowie in ihren toten Armen allgemein verbreitet ist.

DIE FLORENGRENZEN IN DER UMGEBUNG VON SOPRON UND DER FLORENDISTRIKT LAITAICUM

Von

Z. KÁRPÁTI

Botanisches Institut der Hochschule für Garten- und Weinbauwissenschaft

(Eingegangen am 16. Dezember 1956)

In memoriam Julii Gáyer

Die Umgebung von Sopron ist von pflanzengeographischem Gesichtspunkt eines der interessantesten Gebiete Ungarns.

Seine spezielle pflanzengeographische Lage ist darauf zurückzuführen, dass wir uns im Westen von Sopron auf den äussersten Ausläufern der Ost-Alpen befinden, welche vor allem aus kristallinischem Schiefer des Präperms, respektive zuunterst aus Schotter, oben dagegen aus lehmigen-mergeligen Schichten des Helvetien gebildet werden. Dieses Gebiet beherbergt eine für die Randgebiete der Alpen bezeichnende norische Flora von überwiegend mitteleuropäischem Charakter. Von Sopron nach Osten zu dagegen, wo auf kristallinischem Schiefer unmittelbar Kalkstein sowie Leitha-Kalkschichten bzw. Kalksand lagern, finden wir eine von der vorhererwähnten ganz verschiedene Pflanzenwelt vom Typus des Pannonicum.

Die Pflanzenwelt der sich nach Ungarn hinein erstreckenden Alpen, welche sich von der Flora des Tieflandes, des Ungarischen Mittelgebirges und auch der Karpaten wesentlich unterscheidet, hat schon früher das Interesse der ungarischen Forscher erweckt. Die Flora des Komitates Vas wurde zuerst im Jahre 1887 (4) sodann im Jahre 1897 (5) von V. BORBÁS, die Flora des Komitates Sopron im Jahre 1906 von E. GOMBOCZ (17) bearbeitet.

Aus diesen beiden Werken gewinnen wir ein scharf umrissenes Bild sowohl der Flora des Pannonicums als auch der von der karpatischen gut abgegrenzten Flora des ungarischen Noricums. Über die genaueren Grenzen des Noricums gegen das Pannonicum zu enthält keines der erwähnten Werke Angaben.

Auch jene Grenzlinien, welche z. B. von BORBÁS (2, Abb. 45), SIMONKAI (65) oder TUZSON (63—64) ermittelt worden sind, befriedigen den Kenner dieses Gebietes nicht. JÁVORKA gibt in seinem Werke »Magyar Flóra« (Ungarische Flora) eine pflanzengeographische Karte Ungarns — damals die zeitgemässeste — und führt gleichzeitig den Begriff »Dunántúl« = Transdanubicum im pflanzengeographischen Sinn ein. Unter diesem Begriff werden die zum Transdanubien in geographischem Sinne gehörenden Gebiete — von dem jenseits der Donau befindlichen Teil der ungarischen Tiefebene und des ungarischen Mittelgebirges abgesehen — verstanden, also die sich nach Ungarn erstreckenden Ausläufer der Ost-Alpen (Noricum), mit einem anderen Namen: Ungarische Alpen benannt, also das Leithagebirge, die Rosalia oberhalb Soprons, das sich hinter Kőszeg hinziehende Bernsteiner-Gebirge zusammen mit dem unter dem Einfluss der Alpen stehenden und so regenreichen Hügelgelände (nach GÁYER Pränoricum), welches sich über das Komitat Sopron, Vas und Zala bis zum Bakony erstreckt. Ferner das Mecsek-Gebirge, samt dem umgebenden Hügelland, der Berg von Nagyharsány, sowie das niedrige somogyer Hügelland zwischen dem Balaton und der Dráva, welche schon einen Übergang zur illyrischen Flora, teils aber zum mitteldanubischen (Középdunai) Gebiet bilden (26, S. LXXXIX). Die östlichen Grenzen dieses Gebietes, besonders die gegen das »Kisalföld« (Kleine Ungarische Tiefebene) und dem Bakony-Gebirge zu, sind nicht genug klar und präzis und daher — wie aus beiliegender Karte ersichtlich — nur gestrichelt angedeutet. Die Grenzen zwischen den eigentlichen Alpen und den sog. »Übergangsgebieten« sind in keiner Weise festgelegt und

auch innerhalb des Gebietes zeigt uns nur eine einzige gestrichelte Linie, die den Südost-Rand des Balatons mit der Muraköz verbindet, gewissermassen eine unzulängliche Gliederung.

JÁVORKA deutet also schon auf den im pflanzengeographischen Sinne genommenen Begriff Transdanubiens und innerhalb dessen auf das Pränoricum hin. Letzteren Begriff erläutert GÁYER in seinem nach der »Ungarischen Flora« erschienenem Buch (15) ganz ausführlich. Dieses Werk, welches GÁYER durch die »Pflanzengeographie von Steiermark« (18) von HAYEK angeregt schrieb — wir können es auch als deren Ergänzung gegen Osten zu ansehen — hat die bislang von Widersprüchen und ungelösten Problemen wimmelnde Frage der floristischen Aufteilung Transdanubiens mit Meilenschritten vorwärts gebracht.

In pflanzengeographischem Sinne genommen ist das Transdanubicum jenes Gebiet, welches den sich zwischen Westen und Osten zeigenden Gegensatz stufenweise ausgleicht (S. JÁVORKA 27. S. 967). So erkennt GÁYER, dass das Noricum und Pannonicum im westlichen Teil Transdanubiens sich nicht scharf voneinander abgrenzen lassen, dass somit im Komitat Vas das Ur-Schiefergebirge als Teil der norischen Flora, mit der Ebene von Kemenesalja als Teil der pannonischen Flora durch einen Streifen einer Übergangsflora verbunden wird, welcher mit seinen Worten : »Ein geologisch gänzlich homogenes Gebilde ist« (15, S. 13.) »Von jener Grenzlinie, ... welche von HAYEK als untere Grenze des steirischen Subalpinums bezeichnet wird, ... zieht sich ein breiter Streifen von triassischem Schotter und Lehmablagerungen nach Ungarn hin, und füllt die Teile des Komitates Vas, die ausserhalb des Gebietes des Noricums und Pannonicums liegen, ferner das benachbarte Hügelland des Komitates Zala, gänzlich aus.« Dem Landschaftbilde nach ist es als homogenes Gebiet zu bezeichnen, im ganzen betrachtet monoton, in seinen Einzelheiten aber ausserordentlich abwechslungsreich. Die niedrigen, im Durchschnitt 200—300 m hohen Hügel aus Lehm und Schotter werden von den aus den Alpen kommenden Gewässern wirr durchbrochen. Das Gelände verflacht sich nur im nördlichen Teil des Komitates Vas und jenseits von Nagykanizsa. Innerhalb dieser Grenzlinie finden wir immer dasselbe Bild : Zwischen sich dahinschlängelnden oder manchmal gerade verlaufenden Tälern finden wir Hügelreihen mit abwechslungsreichen Abhängen und Mulden ... (15, S. 13—14)

»Dieses Gebiet geologisch gleichen Ursprungs, ... und bezüglich der Bodenverhältnisse gleicher Struktur und auch landschaftlich einheitlich, ist das Pränoricum, ein Übergangs-Streifen zwischen der norischen und der steyrisch-kroatischen silvosopannonischen Flora mit dem beinahe vollständigen Fehlen der stepposopannonischen Elemente. Vom Noricum setzt es sich durch das Fehlen der *Abies* und *Larix* oder durch deren fast nur sporadisches Vorkommen, durch die viel geringere Zahl der subalpinen Florenelemente, und durch den auffallenden Zusammenhang letzterer mit den Flussläufen, durch das Vordringen südlicher Elemente und durch die Weinkulturen ab ; vom südsteyrischen-kroatischen Silvosopannonicum unterscheidet es sich durch die Stärke und Ursprünglichkeit des norischen Charakters und durch die untergeordnete Rolle der südlichen Elemente ... In seinem westlichen Teil wird das Gebiet durch *Picea*, *Pinus*, *Quercus robur*, *sessilis*, *Fagus*, *Carpinus* oft auch durch Mischwälder gekennzeichnet, in seinem mittlerem Teil vermissen wir aus der Zahl der vorgenannten Bäume die *Picea*, im östlichen Teil dagegen wird auch *Pinus* immer seltener und wird durch *Quercus cerris* ersetzt. Die *Castanea* kommt oder kam fast auf dem ganzen Gebiet vor. Die *Calluna* — vielerorts in Gesellschaft des *Sarothamnus* — bedeckt bedeutende Flächen, so dass man sagen darf, dass die Grenze dieses Gebietes sozusagen mit der Verbreitungsgrenze der *Calluna* zusammenfällt ... Ausserordentlich charakterisierend für das Pränoricum ist die Verbreitung der *Primula acaulis* und des *Cyclamens* (15, S. 14)«.

»Der Charakter des Pränoricums als einer zum Subalpinum führenden Stufe wird nicht so sehr durch Einzelheiten, sondern mehr durch die grossen Züge gegeben« (15, S. 17).

GÁYER's Werk und die Einführung des Begriffes »Transdanubien« im pflanzengeographischen Sinne an JÁVORKAS »Magyar flóra« (= Ungarische Flora) setzten die Forschungen für richtige und entsprechende Gliederung der transdanubischen Flora in Gang.

Im Aufsatz von RAPAICS, aus dem Jahre 1927 (53, S. 2 und Karte) können wir auch schon eine Umgrenzung und Charakterisierung des Pränoricums finden, letzteres ist aber nach Verfasser noch mit dem Sopianicum unmittelbar begrenzt.

Der zwischen den beiden als Präillyricum, d. h. als Somogyicum abgesonderte Florendistrikt findet bei ihm noch keine Erwähnung.

Im Jahre 1928 erschien aus der Feder von BOROS (8) eine Arbeit, in welcher er eine schematische Floren-Karte Transdanubiens gibt. Der Zweck dieser Arbeit ist zwar den Zusammenhang zwischen dem Noricum und dem präillyrischen Florendistrikt zu ermitteln, er benennt aber, ohne eine Bemerkung oder Charakterisierung hinzuzufügen als solum nomen »Laiticum« das Gebiet im Nord-Westen von Sopron und im Westen des Neusiedler Sees.

Ein theoretisch ganz klares Bild über die pflanzengeographische Lage Transdanubiens gibt uns das von Soó im Jahre 1930 erschienene Werk (56, S. 36), in welchem er innerhalb der

»pannonischen Floren-Provinz« neben den Florengegenden der Ős-Mátra und des Tieflandes als dritte die transdanubianische Florengegend anführt. Er unterscheidet also ein Transdanubicum, welches den Übergang zwischen dem Pannonicum und den benachbarten Florenprovinzen vertritt und welches er hinwiederum — die von BOROS gebrauchte Einteilung und Benennung gewissermassen abändernd — in das Pränoricum oder den die Alpen mit dem Pannonicum verbindenden Alpen-Saum, in das Präillyricum, mit anderen Worten auf das gegen das Illyricum hin den Übergang bildende somogyer Hügelland, sodann in das Sopianicum, als einen sowohl das Mecsek-Gebirge als auch das Fruška Gora-Gebirge vereinigenden Florendistrikt einteilt. Diese Gliederung hat er auch auf seiner im Jahre 1933 erschienenen Karte illustriert (58).

Diese Karte ist, da auf ihr der Massstab sowie wichtigere, geographische Stützpunkte fehlen, bloss als recht schematisch anzusprechen. Das von Sopron nach Westen sich erstreckende Gebiet wird von ihm zum Noricum gegliedert, das Pränoricum ist ein schmaler Streifen, der sich nach Norden hin verbreitert und auch das Leitha-Gebirge umfasst ; in der Nähe des Neusiedlersees beginnt die »Kleine Ungarische Tiefebene« oder Arrabonicum. Soó erwähnt in seinem im Jahre 1941 erschienenen Aufsatz in der weiteren Umgebung von Sopron drei Florengegenden, u. zw. das Noricum, das Pränoricum und das Arrabonicum (S. 3).

Nach dem Erscheinen der Aufteilung und Karte Soó's erschien eine ganze Reihe von Arbeiten, die sich mit Einzelfragen befassen.

Auf dem Wege zur Lösung dieses Problems bedeutet eine recht wichtige Station das Werk JÁVORKAS (27), in welchem er die Arealgrenzen gewisser Pflanzenarten im Transdanubicum angibt und so mit Festlegung der genauen Verbreitung der leitenden Florenelemente eine floristische Charakterisierung des Transdanubicums gibt und zugleich einen Beweis für die Stichhaltigkeit dieses Begriffes liefert.

Seine Arbeit befasst sich ausführlich mit der Verbreitung der *Calluna*, des *Asphodelus albus*, der *Knautia drymeia*, der *Primula vulgaris (= acaulis)*, des *Cyclamen europaeum (= purpurascens)* und *Helleborus dumetorum*. Es ist aber zu erwähnen, dass auf der Pflanzenverbreitungs-Karte das Noricum und das Pränoricum überall zusammengefasst sind, ohne eine Grenzlinie zwischen den beiden. Die Grenzlinie ist nur gegen das Pannonicum zu scharf und ins Auge fallend gezeichnet. Die anderen Gegenden des Transdanubicums werden durch A. O. HORVÁT erforscht, so das Mecsek-Gebirge und dessen Umgebung (19, 21, 22), das Äussere-Somogyicum (24), sodann die Umgebung von Szentgotthárd. In verschiedenen Mitteilungen (20, 21, 22, 23) ermittelt er die Grenzlinien ausführlicher und schlägt auch in den Benennungen etliche Abänderungen vor. Im Komitat Zala forschen Á. KÁROLYI und T. PÓCS (30). Sowohl ihre erschienenen als auch ihre im Manuskript befindlichen Ergebnisse haben wesentlich zur genauen Kenntnis und Beurteilung der pflanzengeographischen Lage des Transdanubicums beigetragen. Á. BOROS bereist das wendische Gebiet (6), J. JEANPLONG aber zieht in den Komitaten Vas und Sopron die genaue Grenze zwischen Noricum, Pränoricum, Matricum und Arrabonicum (28). Auf seiner Karte hat er die Florengrenzen der Umgebung von Sopron gemäss meiner Anweisungen gezogen.

Die Karte, welche ZÓLYOMI im »Handbuch der ungarischen Pflanzenwelt«(61) herausgab, in dem er die modernste pflanzengeographische Einteilung Transdanubiens darreicht, wurde zum Teil auf Grund seiner eigenen Forschungen gezeichnet.

Der Vollständigkeit halber erwähne ich hier noch die Einteilung, wie sie uns KOEGELER in seinem posthumen Werk vom Jahre 1954 gab.* Dieser zufolge (47. S. 4 und Karte S. 28) bedeuten die Zentralalpen jenes Gebiet, welches sowohl er, als auch das ungarische pflanzengeographische Schrifttum als »Noricum« bezeichnet, obzwar, was seine östlichen Grenzen angeht, herrscht zwischen den einzelnen Verfassern eine Meinungsverschiedenheit. Er benennt das Gebiet, welches sich vom Grazer-Becken bis zum Balaton erstreckt und welches GÁYER im grossen und ganzen mit dem Namen »Pränoricum« bezeichnet hat, als »Ostalpenvorland« und »Balato-Stiriacum« (S. 4. 27—47 und S. 28 Karte). Den ungarischen Teil des oben genannten Gebietes, mit anderen Worten jenes Gebiet, welches nach der Auffassung ungarischer Forscher innerhalb des Pränoricums, mit dem Namen Castriferreicum und Saladiense (S. SOÓ in SOÓ—JÁVORKA 60 S. XX) bezeichnet ist, trennt er als Zalavasense ab. Die Benennung »Pränoricum« gebraucht auch KOEGELER aber in ganz anderer Deutung, und zwar zur Bezeichnung der vertikal genommenen, niedrigsten, sich von 200 bis 1500 m erstreckenden Zone des Noricums (Randzone).

Das von Wien bis zum Balatonfelvidék und ungefähr bis nach Esztergom sich erstreckende Gebiet, welches ausser dem Wiener Becken und der Kleinen Tiefebene das Soproner- und das Leitha-Gebirge umfasst, benennt er Pannonicum. Auf der Karte finden wir den übrigen Teil Transdanubiens, also das Gebiet östlich von Esztergom bis Budapest, von der Donaulinie und dem Balaton begrenzt, welches ausser der Ebene auch den nordöstlichen Teil des jenseits

* Auf diese Arbeit hat R. Soó, Mitglied der Ung. Akademie d. Wissenschaften freundlichst meine Aufmerksamkeit gelenkt.

der Donau liegenden Mittelgebirges und auch das Mecsek-Gebirge in sich aufnimmt und gegen Süden zu sich über die Drau, ja sogar über die Save erstreckt, mit dem Namen Somogyacum bezeichnet. In der ungarischen Literatur wurde die Benennung »Somogyicum« schon früher für die Bezeichnung eines viel kleineren Gebietes gebraucht.

Wenn wir diese pflanzengeographische Aufteilung vom Standpunkt ihrer ungarischen Beziehungen betrachten, so müssen wir behaupten, dass der Verfasser die sich auf diese Frage beziehende ungarische Literatur, ausser den Angaben aus JÁVORKAS »Ungarischer Flora« und dem Werke GÁYERS, gänzlich ausser Acht liess. Dafür zeugt auch jener Umstand, dass er entweder solche pflanzengeographische Begriffe umtauft, für welche wir in der ungarischen Literatur schon allgemein angenommene Namen besitzen, oder mit solchen Namen, die sich in der ungarischen Literatur schon eingebürgert haben, oder die für die Benennung anderer Gebiete schon besetzt waren, neue Gebiete benennt. Aber die fast gänzliche Ausserachtlassung der ungarischen Literatur können wir auch an den Angaben der Fundorte der angeführten Pflanzenlisten beobachten. Der Verfasser des Werkes hat zwar Ungarn besucht, aber wie er selbst darauf hinweist, hat er daselbst nur flüchtige Beobachtungen anstellen können (z. B. S. 42—49).

Auf Grund des Obengesagten können die Ungarn betreffenden Auseinandersetzungen dieses Werkes nicht als genügend begründet und die von der ungarischen Literatur abweichenden Feststellungen nicht als motiviert betrachtet werden.

Meinerseits begann ich schon als Mittelschüler mich mit der Pflanzenwelt meiner Heimatstadt Sopron zu befassen. Schon damals fiel mir jener ausserordentlich scharfe, sozusagen übergangslose Unterschied auf, der zwischen den die sich von Sopron nach Westen erstreckenden Berge bedeckenden Nadelwäldern, ferner Hainbuchen- und Eichenwäldern und endlich den mit Birken und Heidekraut bedeckten Flächen und zwischen den von der Stadt nach Osten von *Stipa* bedeckten Hängen ersichtlich ist.

Als ich dann später dieses Gebiet systematisch und berufsmässig zu erforschen begann (32, 33, 34, 36, 37, 38, 39) und als ich mit den wichtigeren Ergebnissen der einschlägigen Literatur bekannt wurde, da entstand in mir immer mehr die Erkenntnis, dass die obenerwähnten Einteilungen, die eingezeichneten Florengrenzen und ihre Begründungen gerade in bezug auf Sopron, weder stichhaltig, noch beruhigend sind. Vor allem fiel es mir auf, dass in der zweiten Ausgabe des Werkes »Kleines Bestimmungsbuch der ungarischen Flora« von JÁVORKA, die Zahl jener Arten aussergewöhnlich gross ist, deren Fundorte mit »Kd.« (Mitteldanubisch) und »Mecsek, Sopron« bezeichnet sind, welche Arten also ausser dem Matricum auch für die in der Umgebung des Mecsek-Gebirges und der Stadt Sopron vorkommende Kalkflora charakteristisch sind. Diese Arten kommen in der Umgebung von Sopron an den Hügelreihen längs des Westufers des Neusiedlersees vor, und bilden hier eine derart typische pannonische Vegetation, dass diese keinesfalls für einen Übergang zum Noricum betrachtet, und somit dieses Gebiet nicht zum Pränoricum im Sinne GÁYERS gezogen werden kann. Was die Flora angeht, so ist hier von einem Florendistrikt fast gänzlich pannonischen Charakters die Rede, welcher sich grösstenteils ausserhalb der Landesgrenze erstreckt. Er umfasst das Leithagebirge, die Hügelkette westlich vom Neusiedlersee und den dazwischen liegenden Landstrich; ausschliesslich sein südöstliches Randgebiet fällt auf ungarischen Boden. Wir können dieses Gebiet auch nicht zu der zur Kleinen Ungarischen Tiefebene gehörigen Florengegend Eupannonicum, also auch nicht zum Florendistrikt Arrabonicum rechnen; es steht meiner Ansicht nach mit dem Wiener-Becken, d. h. mit dem Vindobonicum in nächster Verbindung. In dem, auf der am 22. Juni 1944 abgehaltenen 476. Sitzung der Botanischen Sektion gehaltenen Vortrag hatte ich diese Frage schon berührt, und damals proponiert, dass man das in Frage stehende Gebiet, der erwähnten Publikation von Á. BOROS (8) gemäss, unter dem Namen »Laitaicum« absondern soll. Diese Proposition wurde in den Sitzungsberichten publiziert (Botanikai Közlemények, XLI. 1944. S. 167). Über diese Frage habe ich später einen ausführlichen Vortrag gehalten. Auf der am 6. Mai 1947 abgehaltenen Sitzung der Ungarischen Botanischen Gesellschaft habe ich auch eine Karte vorgelegt; meine Forschungsergebnisse wollte ich aber erst später, nach entsprechenden Ergänzungen veröffentlichen. SOÓ und ZÓLYOMI nehmen im »Magyar növényvilág kézikönyve« (Handbuch der Pflanzenwelt Ungarns) (61. S. XX) mit Bezugnahme auf den obenerwähnten Sitzungsbericht, »Laitaicum« als eines der Florendistrikte des Transdanubicums auf, ausschliesslich in der Ergänzung erwähnend (62. S. 3): »Auf dessen Bedeutung hat Z. KÁRPÁTI hingewiesen.« Ähnlicherweise gibt SOÓ im pflanzengeographischen Teil des für die pedagogische Hochschulen herausgegebenen Lehrbuches (59. S. 214) eine kurze Charakterisierung von diesem Gebiet. Noch am ausführlichsten erschien in meinen Lehrbuch (35. S. 446—447) über dieses Gebiet eine kurze Beschreibung.

Dass also der Begriff des »Laitaicum« für die Zukunft nicht solum nomen bleibe, gebe ich auf Grund meiner Forschungen und meiner an Ort und Stelle angestellten Untersuchungen und Beobachtungen, seine Charakterisierung im Folgenden. Um aber die Frage klar zu sehen, und damit wir die Teilgebiete genau begrenzen können, müssen wir zuerst den genauen Begriff

der in der Umgebung von Sopron zusammenstossenden Florenprovinzen bzw. Florendistrikte präzisieren. Hier möchte ich noch bemerken, dass ich — da ich mich seit ungefähr 2 Jahrzehnten jenseits der Grenzen nicht begeben konnte — über den dort liegenden Teil des Gebietes mangels ausführlicher Aufzeichnungen, nur in grossen Zügen eine Charakterisierung geben kann.

I. Noricum

Die meisten Arbeiten, so unter anderen in erster Linie die von GOMBOCZ (17) und von JÁVORKA (26), bezeichnen das von Sopron westlich gelegene Gebiet einhellig Noricum, während SOÓ (60), besonders aber SOÓ—JÁVORKA (61, S. XVIII, s. ebenfalls die Karte) nur die Umgebung des Rákpatak, kurz des Hidegvízvölgy als Noricum betrachten, d. h. jenes Gebiet, wo die Fichte uransässig vorkommt ; der übrige Teil des Soproner-Gebirges wird von ihnen zum Pränoricum gerechnet.

Nach GÁYER wird das Noricum von der Linie Alhau—Oberwart—Schlaining—Rechnitz—Kőszeg—Sopron und Sauerbrunn begrenzt, welche Grenzlinie — kleinere Inselberge ausgenommen — das Urgesteingebirge vom Komitat Vas und Sopron umschliesst und welche im grossen und ganzen mit den Grenzlinien des Verbreitungsgebietes der *Abies alba* und der *Larix* zusammenfällt (15. S. 2). Natürliche Nadelwaldzone, u. zw. *Picea*-Bestände finden wir jenseits der Grenze auf dem Gipfel der Rosalia. Im Südwesten von Sopron um Landsee (Lánzsér) beschreibt GÁYER dagegen einen ursprünglichen *Abies*-Bestand. Der Rücken des Rosaliengebirges wird von *Abieto-Fagetum*, von verschiedenen Typen des *Fagetums*, weiter unten von *Querceto-Carpinetum* bedeckt, aber auch *Alnus viridis* ist am Bergrücken häufig. Letzterwähnte Art kommt besonders auf den östlichen, nach Sieggraben zu gelegenen Hängen in grossen Mengen vor, man findet sie aber auch auf den Abhängen oberhalb Forchtenau vor, ganz bis in die Gegend von Schloss Forchtenstein, wo *Abies*- und *Picea*-Bestände gemischt mit *Sorbus aucuparia*, *Lycopodium annotinum* und *L. complanatum* (38. S. 105) vorkommen. Bei Forchtenau, am nördlichen Fusse des Gebirges finden wir kleinere Kastanienbestände mit dem hier pflanzengeographisch besonders wichtigen *Dryopteris oreopteris*. Oberhalb Sauerbrunn, am nord-östlichen Fusse des Rosaliengebirges ist das Vorkommen des alpin-balkanischen *Peucedanum verticillare* im *Querceto-Carpinetum* nennenswert.

Auf dem östlichen Ausläufer des Rosaliengebirges schmückt die *Arnica montana* eine Bergwiese ganz oben am Gipfel des sich über Sieggraben erhebenden, 502 m hohen Dachsriegel. Am Rande der Bergwiese hinwiederum finden wir am Rand des Buchenwaldes *Cirsium erisithales* (39. S. 6). Die Fortsetzung dieses Gebirgszuges ist das Soproner Gebirge, welches sich vom Westen nach Osten hinzieht und gegen die Ebene verhältnismässig steil abfällt. Über dieses, diesseits der Grenze befindliche Gebiet gibt uns SOÓ in seiner Arbeit (60) einen Überblick.

Die höchsten Punkte der Grenze, d. h. der Bergzug Asztalfő (554 m) —

Magasbérc (558 m) werden zum grössten Teil von Buchenwäldern und zwar vom *Fagetum nudum*, *oxalidetosum*, *asperulosum*, mancherorts *myrtilletosum* bedeckt. Diesseits der Grenze finden wir ausser den oben erwähnten Wäldern kaum noch einige zusammenhängende Buchenbestände, z. B. am westlichen Rande der Ultra oberhalb des Kövesárok usw. In kleinen Flecken, oder gemischt ist die Buche über den ganzen Gebirgsstock verbreitet. Für diese zusammenhängenden Buchenbestände ist es charakteristisch, dass hier auch *Sorbus aucuparia* vorkommt, in den Schlägen dagegen finden wir *Sambucus racemosa* in Mengen. Weiterhin ist für die Buchenwälder recht kennzeichnend, dass in ihnen gemischt, oder hie und da in kleinen Flecken, besonders in den Gräben und an den nach Norden gelegenen Abhängen *Picea* und *Abies*, sowie *Pinus silvestris* sesshaft ist. Das Vorhandensein von *Galium scabrum* als Element des *Dicrano-Pinetum* und *Abieto-Fagetum* im Buchenbestand zeugt dafür, dass die erwähnten Nadelhölzer hier spontan sind. Dies wird auch z. B. durch das Vorkommen der *Coralliorrhiza trifida* bewiesen, weiterhin ist es charakteristisch, dass die Nadelhölzer hier befähigt sind sich auf natürlichem Weg fortzupflanzen. Überall, wo in dieser Zone Nadelhölzer vorkommen, finden wir massenhaft junge Sämlinge.

Die Buche, sowie die Nadelhölzer kommen an den nördlichen Abhängen, ausserdem im östlich von Asztalfő beginnenden Hidegvízvölgy — welches in seinem unteren Lauf Rákpatak genannt wird — in der Talsohle vereinzelt, oder in kleineren oder grösseren Gruppen vor. *Pinus silvestris* ist hier und auch anderswo im Gebirge überall anwesend, *Picea* dagegen folgt in diesem im grossen und ganzen von Westen nach Osten sich hinziehenden Tal dem Laufe des Baches ungefähr bis zur Erdei malom bei Sopronbánfalva. *Picea* und *Abies* ist in den nach Norden verlaufenden Tälern des Asztalfő—Magasbérc—Ultra Gebirgszug, so unter andern im Zsilip-árok, im Vadkan-árok, Hermes-árok, im Tale des Kovács-patak, im Köves-árok, Tolvaj-árok offensichtlich nicht angepflanzt. Die auf dem Gipfel und Abhängen der Rosalia offensichtlich ursprünglichen Fichten und Tannen (vielleicht auch Lärchen) ziehen sich auf dem Gebiete diesseits der Grenze schon in die mikroklimatisch entsprechenden Flecken der Täler zurück. Ihr Vorkommen ist also demnach azonal, aber ohne Zweifel autochton. Da man auf diesem Gebiet schon autochthone Nadelholzbestände vorfand, hat dieser Umstand die Forstverwaltung seinerzeit dazu bewogen, auch an anderen Punkten des Gebirgszuges Nadelholz aufzuforsten, zum grössten Teil in der Nähe von Städten, an Orten, die leichter zugänglich waren. Dies war aber im allgemeinen nur an solchen Orten erfolgreich, wo dies im *Vaccinium myrtillus*-Waldtypus geschah. Ich möchte erwähnen, dass die bei Soó beschriebenen (60) künstlich aufgeforsteten Nadelholz-Bestände ebenfalls in solchen Laubwäldern, besonders in *Querceto-Carpinetum melicetosum* sowie in *Qu.-C. myrtilletosum* gepflanzt wurden.

Dieses Gebiet liegt nach SCHARFETTERS Arbeit (55. S. 19, Fig. No. 12,

S. 20—26) in der »Laubwald-Randzone«, aber unmittelbar an seiner Grenze liegt gemäss der Karte auch die »Mischwald-Aussenzone«. Nach dem Obenangeführten zieht sich die Grenze dieser Zonen über das Soproner Gebirge hin.

Von floristischem Standpunkt gesehen ist der charakteristischste Teil des Soproner Gebirges das sogenannte Hidegvíz-Tal. Dem Rákpatak entlang zieht sich die Konsoziation *Alnus glutinosa* des *Alnetum glutinosae-incanae* mit der charakteristischen *Struthiopteris filicastrum* und offensichtlich hat Frau Boros (9, S. 155) *Doronicum austriacum* hier entdeckt. (Eine ähnliche Assoziation finden wir bei der Kobersdorfer Waldmühle.) Die ausführliche Beschreibung dieser Assoziation hat uns Soó gegeben (60, S. 21—23).

Im Tale am Rande der mit Nadelhölzern hie und da vermischten Buchenbestände wachsen *Pleurospermum austriacum*, *Cirsium erisithales*, *Petasites albus*, *Adenophora liliifolia* und der alpin-karpatische *Senecio rupester*, welcher sonst noch im Tolvajárok vorkommt, hier aber in felsigem Schluchtwald mit *Fagus* und *Abies*.

Am Bach entlang sind *Geranieto-Filipenduletum* und *Angelico-Cirsietum oleracei* die wohl entwickelten Pflanzenassoziationen, die aber auch in anderen Tälern dem Bach entlang gefunden werden.

Soó beschreibt das im Hidegvízvölgy vorkommende *Arrhenatheretum elatioris* und das *Caricetum fuscae* (als interessanteste Pflanze des letzteren können wir die *Alchemilla alpestris* bezeichnen) (60, S. 23—25). Diese Gesellschaften dominieren hier, aber auch anderswo in breiteren Tälern. Gleicherweise kommen im Hidegvízvölgy und in dessen Nebentälern, im Hermes-, sowie in dem weiter östlich gelegenen Tatschy-Graben die zur *Caricion davallianae*-Gruppe gehörenden *Schoenetum nigricantis* und *Seslerietum uliginosae*, sowie auch *Molinietum coeruleae* vor.

Dagegen ist die *Triseto-Polygonion*-Gruppe ausschliesslich im Hidegvízvölgy vertreten, mit *Trisetetum flavescentis*, dazwischen *Arnica montana* (41, S. 160) und mit *Senecio capitatus* var. *aurantiacus* (33. III. S. 177), das alles in einer Meereshöhe von bloss 360 m *Arnica*, die von hier gegen Westen auf 5—6 km Entfernung in 520 m Meereshöhe auf dem Gipfel zu finden ist, ist hier das Mitglied einer Assoziation einer in der Talsohle gelegenen Bergwiese. *Alnus viridis* des Rückens und der Abhänge des Rosalien-Gebirges erreicht auch die Landesgrenze auf dem Berggrat, welcher sich vom Asztalfő gegen Nordosten nach Loipersbach hinzieht, beim III. und IV. Hügel (36, S. 75 ; 62, S. 7).

Die weitverbreitetste und grösste Flächen bedeckende Pflanzenassoziation dieser Gebirgsgegend ist das *Querceto-Carpinetum*, welches wir hauptsächlich auf feuchteren Stellen, wie an nördlichen Hängen und Tälern entwickelt sehen, in den meissten Fällen als *Qu.-C. melicetosum uniflorae*, aber auch *Qu.-C. caricetosum pilosae* und *Qu.-C. asperuletosum* bedecken an einigen Stellen grössere Flächen. Seine charackteristischen Pflanzen sind *Cyclamen purpurascens* (*europaeum*), *Prenanthes purpurea*, *Phyteuma spicatum*, oft auch *Vaccinium myrtillus*

in grossen Mengen. Auch die *Castanea*-Sprösslinge sind häufig, ja sogar oberhalb Ágfalva (33. III. S. 170) und im Hidegvízvölgy (10, S. 150) können wir den Typus des *Allium ursinums* auffinden. An feuchteren Stellen kommt die *Anemone nemorosa* massenhaft vor. Gleichfalls eine verbreitete Assoziation, besonders auf den Hängen, ist das *Querceto-Luzuletum*. Als eine recht charakteristische und verbreitete Art dieser Assoziation ist *Deschampsia flexuosa* zu erwähnen, deren massenhaftes Auftreten selbst nach dem Schlag noch immer auf diese Assoziation deuten. Statt des weiter im Osten verbreiteten *Galium schultesii*, wächst hier allerorts *Galium silvaticum*. Als eine recht verbreitete Assoziation, besonders an sonnigen, trockeneren Stellen, sowie am Gebirgskamm ist das *Querceto-Potentilletum albae* zu finden. Eines seiner auffallenden und weit verbreiteten Mitglieder ist *Hierochloë australis*. In diesen Eichenassoziationen kann *Vaccinium myrtillus* überall vorkommen ; manchmal können wir es sogar am Rande des Gebirges bis zu 250 m Meereshöhe vorfinden.

Am nördlichen Rand des Gebirges, so unter anderem auf dem Unter-Löwer, auf dem Sörházdomb, auf dem Ober-Löwer, am Fusse des Vashegy, auf dem Kolostordomb, im Pálos erdő, am Sánchegy und bei der Erdei malom und von da bis nach Ágfalva befinden sich kleinere-grössere Kastanienhaine, teils um die Siedlungen herum in Form von Gärten, teils weiter entfernt, ganz frei wachsend. Als grösster Kastanien-Bestand ist der von Ágfalva zu nennen. Diese Kastanien-Bestände sind *Castanea*-Konsoziationen teils des *Querceto-Luzuletum*, teils des *Querceto-Carpinetum* und teils des *Querceto-Potentilletum albae*. In ihrem Unterwuchs finden sich teils Arten des *Nardion (Nardus stricta, Sieglingia decumbens)*, teils *Vaccinium myrtillus*, recht häufig erscheinen die *Betulo-Pinetalia*-Arten, besonders aber kommt *Calluna* in grossen Mengen vor. Sehr häufig finden wir in dieser Assoziation *Genista germanica* vor ; die in den Kastanienhainen des Komitates Vas so häufig vorkommende und charakteristische *Genista sagittalis* kommt im Gegensatz hier nur auf einem einzigen kleinen Flecken, und zwar im Kastanienwald unterhalb des Vashegy vor. Der im Komitat Vas so häufige *Lathyrus montanus* fehlt dagegen in der Umgebung von Sopron schon gänzlich. Die *Euphorbia verrucosa* ist eine interessante mediterran-mitteleuropäische Art der oberhalb Ágfalva befindlichen Kastanienwälder, es kommt aber hier die mediterrane *Vicia lathyroides* ebenfalls vor. Unter den mitteleuropäisch-montanen Arten dagegen ist in den Kastanienhainen *Astrantia major* nicht selten. *Castanea* kommt im allgemeinen in allen Eichenassoziationen des Gebirgszuges vor. Von den Charakterarten des *Querceto-Potentilletum albae* ist ausser der *Potentilla alba* in diesen Kastanienwäldern *Vicia cassubica* recht weit verbreitet.

Ob nun die *Castanea* uransässig, oder angepflanzt sei, war lange der Gegenstand einer Diskussion. Man sieht den Beständen der Umgebung von Sopron die Spuren der Kulturtätigkeit an, wie das auch anderorts üblich ist. Die älteren Bäume werden geschlagen, die jungen mit reichere Ernte bringenden Sorten

veredelt. Oft werden zwischen die schon vorhandenen Kastanienbäume neue in geraden Reihen gepflanzt. Vielerorts finden wir zwischen den Kastanien auch andere Obstbäume zerstreut vor, welche zweifelsohne gepflanzt wurden, da sie bei uns spontan nie vorkommen. Diese Tatsachen scheinen zu beweisen, dass die Kastanie selbst bei uns nur in Kultur vorkommt. Wenn wir aber in Betracht ziehen, dass die Kastanienbestände aus den ursprünglichen Kastanien—Eichenwäldern in Folge menschlicher Eingriffe entstanden sind, und zwar so, dass der Mensch die übrigen Bäume ausgerodet, die Kastanie dagegen belassen hat, und dass er die für ihn nützliche, ursprünglich wildwachsende Kastanie weiter pflegte, hegte, erneuerte, so ist es verständlich, dass zwar an den Beständen der menschliche Eingriff sichtbar ist, der Fund- und Standort trotz alledem als ursprünglich zu betrachten ist.

Die in den Kastanienbeständen hie- und dort auftretenden *Betulo-Pinetalia*-Arten führen zum recht verbreiteten *Betuleto-Callunetum* über, wie wir das in der Gegend von Várhely im Tacsi-Graben, im Pálos erdő, bei dem Gyertyánfaforrás, am Saume des gegen den Istenszéke zu führendem Weg, auf der Újrét usw. sehen. *Deschampsia flexuosa* ist eine häufig auftretende Pflanze dieses Gebietes. Wo aber die *Calluna* seltener wird, und der Boden verkahlt, dort bedecken die Arten des *Vulpio-Airetums*, wie *Jasione montana*, *Aira elegans*, *A. caryophyllea*, und die *Filago*-Arten den Boden.

In den Wäldern des ganzen Gebirgsstockes finden wir überall verstreut *Pinus silvestris* vor, wir finden sie sowohl in den Buchenwäldern, als auch in den Heiden mit Birkenbeständen vor. Grössere Bestände können wir aber nirgends finden. Eines der charakteristischsten Kiefernvorkommen befindet sich im Nagyfüzes, welches nach ZÓLYOMIS an Ort und Stelle gemachten Feststellung, ursprünglich die *Oxalis*-Fazies eines Buchenwalds gewesen sein muss, aus dem aber die Laubbäume ausgeschlagen wurden. Doch die hier vorhandenen, charakteristischen Arten des *Dicrano-Pinetum*, z. B. *Goodyera repens*, *Pyrola uniflora*, *Galium scabrum* sprechen dafür, dass auch hier ursprünglich ein Übergang zu dieser Assoziation entwickelt war.

Eschenhaine — *Cariceto remotae-Fraxinetum* — kommen auch ab und zu vor, so z. B. im Vadkan-árok und in oberen Teil des Tacsi-Grabens unterhalb Várhely, auf der Fáberrét und im Nagyfüzes. In der Berggegend finden wir ausserdem noch kleinere Weidenmoor-Flecken mit *Quercus robur*, *Salix aurita*, so z. B. die Tölgyesmocsár.

Endlich muss ich noch an einen sehr interessanten kleinen Flecken erinnern, welcher sich am Abhang oberhalb der äusserst westlich gelegenen Häuser von Sopronbánfalva, zwischen Erdei malom und Erdei iskola in ungefähr 280 bis 290 m M. H. liegt. Der angrenzende Wald ist ein *Querceto-Carpinetum*, bzw. *Querceto-Luzuletum*, sowie *myrtilletosum*. Dazwischen befindet sich eine Lichtung von ungefähr 300 m², welche als ein von seiner Umgebung gänzlich abweichendes *Mesobrometum* zu bezeichnen ist, und welche von *Anemone silvestris*, *Dorycnium herbaceum*, *Geranium sanguineum*, *Helianthemum ovatum*, *Gentiana ciliata*, *Teucrium chamaedrys*, *Prunella grandiflora*, *Veronica teucrium*, *Inula hirta*, *I. ensifolia*, *Centaurea scabiosa*, *Cirsium pannonicum*, *Bromus erectus*, *Brachypodium pinnatum*, *Carex michelii* usw. besiedelt ist. Also auf lehmigem Gneis-Verwitterungsboden kalkliebende, zum grössten Teil kontinentale oder mediterrane

Arten. Nicht weit von hier entfernt hat man auf der Talsohle das einzige Exemplar der *Orchis tridentata* gefunden, welche ebenfalls eine mediterrane Art ist. Interessant ist am südöstlichen Rande des Gebirgsstockes im Zerreichen-Eichenwald des Városliget das Vorkommen der mediterran-montanen *Lonicera caprifolium* und des ostmediterran-balkanischen *Ornithogalum sphaerocarpum*. Hier erscheint auch im trockenen Eichenwald, einige Meter vom *Vaccinium myrtillus* entfernt, die pontisch-mediterran-montane *Iris graminea*.

Die oben beschriebenen Assoziationen, wenn wir von den obenerwähnten, einige Quadratmeter ausmachenden *Mesobrometum*-Flecken absehen, sind fast ausnahmslos azidiphile- oder wenigstens neutrophile Assoziationen, und ihre Arten können wir in überwiegender Mehrzahl zur europäischen Florenelementengruppe rechnen, mit einigen alpin-karpatischen, oder atlantisch-mediterranen Arten. Die mediterranen, pontischen, pannonischen, kontinentalen, mit anderen Worten die südlichen und östlichen Elemente kommen sozusagen fast nur am Rande des Gebirges vor, und ihre Zahl ist so gering — besonders dann, wenn wir sie mit dem am anderen Ende der Stadt befindlichen, von hier in Luftlinie bei 5 km beginnenden Pannonicum vergleichen —, dass man hier von einem allmählichen Übergang zum Pannonicum überhaupt nicht reden kann, sondern einzig und allein von einem verhältnismässig plötzlichen Übergang des höheren Berglandes zum Tieflande. An diesem ändert auch jene Tatsache nichts, dass in der mit der Tiefebene benachbarten Randzone natürlicherweise einige Tiefland-, Süd- und Ostelemente leben.

So also müssen wir das Soproner Gebirge, welches an seinem Rande verhältnismässig steil abfällt, gerade wegen der überwiegenden Mehrzahl der europäischen und wegen des praktischen Fehlens der pannonischen Arten, in seiner ganzen Ausbreitung als zum Noricum gehörig betrachten. Gerade so steht es mit dem Ausläufer des Rosalien-Gebirges und des Wechsels, welcher vom Standpunkt seines geologischen Aufbaues, seiner Bergstruktur und seiner Pflanzenwelt unbedingt auch zum Noricum gehört. Da es aber naturbedingt gegen Osten zu allmählich niedriger wird, und da es an sich in die Täler auf mikroklimatisch entsprechende Orte zurückziehenden, montanen Arten dem Rande zu immer ärmer wird, wo aber *Vaccinium myrtillus* als Glied des *Querceto-Luzuletum myrtilletosum* oder des *Callunetum myrtilletosum* ebenfalls bis zum Rande des Gebirges bis zu etwa 250—220 m M. H. herabsteigt. Dieses Gebiet kann auch deshalb nicht als Pränoricum betrachtet werden, da letzteres von GÁYER teils wegen des Charakters seiner Flora, die den Übergang zum Pannonicum viel auffälliger aufweist, teils auf Grund seines verschiedenen geologischen Aufbaues, abgetrennt wurde.

Das Noricum wird also hier in west-östlicher Richtung vom Rande des Gebirges, also vom Tal, in welchem die Wiener-Neustadt mit Sopron verbindende Eisenbahn läuft, von Sauerbrunn bis zum Soproner Lövérek begrenzt. Von hier aus wird es in Richtung Nord-Süd vom Daloshegy, von der Militär-Schiessstätte, sodann in ost-westlicher Richtung vom Naphegy—Istenszéke Gebirgszug begrenzt. Jenseits der Landesgrenze können wir als Grenze

ebenfalls den Saum des Gebirges nördlich von Neckenmarkt—Ritzing—Lackenbach—Kobersdorf-Linie betrachten. Die Grenze des Noricums wendet sich hier gegen Süden und verläuft auf der Linie die St. Martin im Burgenland—Kaisersdorf—Karl—Dörfl—Oberloisdorf—Liebing—Kőszeg—Cák—Velem—Bozsok—Rechnitz—Neu-Hodies verbindet.

II. Pannonicum

Als GÁYER in seiner Arbeit das Pannonicum (15. S. 8) charakterisiert, bemerkt er, dass die Grenzlinie von BORBÁS im nördlichen Teil Transdanubiens »ein solches Gebiet durchquert, dessen Flora cis et trans homogen ist. Es gibt aber im Transdanubien drei solche Punkte, an welchen wir die pannonische Flora noch in voller Blüte finden, wo aber diese Flora gleichzeitig wie von einem Zauberstab berührt, plötzlich aufhört«. Gleich als erstes führt er Sopron an, wo z. B. »auf den kalkigen und kahlen Abhängen des Dudlesz erdő und des Wienerberges« pannonische Flora blüht, dagegen »wir gegenüber diesen Hügeln eine ganz anders geartete Flora antreffen, und wenn die Kultur die Ansicht der um Sopron sich befindenden Wälder auch schon recht verändert hat, ... so kann man auch heute noch feststellen, ... dass man sich auf dem Gebiet des Noricums befindet«.

GÁYER, der ein hervorragender Kenner der Umgebung von Sopron war, und der den Begriff »Pränoricum« in die Wissenschaft einführte, konstatiert also das Pränoricum auch nicht bei Sopron, sondern spricht von einer scharfen Grenze zwischen dem Noricum und dem Pannonicum.

Die Flora der Umgebung von Sopron kennen wir aus den wichtigeren Florenwerken und aus den diesbezüglichen Mitteilungen (9, 10, 11, 15, 16, 17, 27, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 41, 51 und 54). Über die dort vorkommenden wichtigeren Pflanzenassoziationen gibt uns SOÓ in seinem Werk (60) eine Zusammenfassung. Er führt aus dem Pannonicum, aus der Gegend des Waldes bei Szárhalom (Zarhalmerwald) das Vorkommen des *Quercetum pubescentis* und *Quercetum sessiliflorae pannonicums* an (S. 17—21, 27—30). Auf diesem Gebiet ist besonders in seiner südlichen und östlichen Exposition das *Querceto-Lithospermetum* am charakteristischsten, welches dem des Matricum ähnlich ist. Ausser den in SOÓS Arbeit aufgezählten Arten kommen in der Laubkronenschicht *Sorbus domestica (Sorbus aucuparia* kommt hier nicht vor!) und *Sorbus aria*, im Unterwuchs dagegen z. B. noch *Iris graminea*, *Lathyrus pannonicus* ssp. *collinus*, *Coronilla coronata*, *Veronica teucrium* usw. vor. Diese Assoziation ist — was ihre Zusammensetzung betrifft — fast genau dieselbe, als ob wir uns in den Budaer-Bergen oder in der Gegend des Balatons (Plattensee) befinden würden, und ausschliesslich *Euphorbia verrucosa*, *Euphorbia angulata*, *Pulmonaria angustifolia* und die Sträucher der *Rhamus saxatilis*, vor allem aber das

bei EGGLER als Charakteristikum des steyrischen Pannonicums beschriebene *Buphthalmum salicifolium* (12, S. 47 ; 13, S. 304 ; 14, S. 21, 38, 46) verraten, dass wir uns im Westen befinden.

Dieses *Querceto-Lithospermetum* gibt uns auf der Hügelkette am Neusiedlersee, sowohl was sein äusseres Erscheinen betrifft, als auch seiner Zusammensetzung nach, das Bild eines echten Karst-Strauchwaldes. Der Grund hiefür ist, wie bei L. KÁRPÁTI heisst (31, S. 37) ». . . Auf dem Leithakalk-Gebiet finden wir auf kleinem Gebiet im Vergleich zu dessen geringer Ausdehnung und in Vergleich zur geringfügigen Dicke des Schichtenkomplexes verhältnismässig ausgeprägte Karsterscheinungen.« Den mit Steppengrasflecken untermischten und unterbrochenen, niedrigen, vor allem aus Flaumeichen gebildeten Assoziationen fehlen zwar die anderwärts vorkommende charakteristische *Cotinus coggygria*, *Fraxinus ornus**, *Prunus mahaleb* im Unterwuchs dagegen beweist die Gegenwart der Arten, welche für das *Querceto-Lithospermetum* und das *Querceto-Cotinetum* gemeinsam charakteristisch sind, sodann die Gegenwart solcher Arten, die SOÓ (60) in seinen Tabellen nicht angeführt hat, wie z. B. von *Coronilla coronata*, von der in Mengen vorkommenden *Mercurialis ovata*, *Veronica teucrium*, *Asperula tinctoria* usw., dass wir es eigentlich mit einem zum *Querceto-Cotinetum* Übergang bildenden, vereinfachten *Querceto-Lithospermetum* zu tun haben. *Cypripedium calceolus*, eine der interessantesten und dekorativsten Arten der Gegend, kommt in dieser Assoziation am häufigsten vor, sowie das für diese Gegend charakteristische Mitglied der Assoziation : die mediterran-montane *Rhamnus saxatilis*, welche also hier nicht das Glied eines Waldsteppensaumes oder Trockenbusches ist, wie dies WENDELBERGER anderswo festgestellt hat (68, S. 605).

Besonders charakteristisch sind die Steppenwiesen und Lichtungen, welche diese Waldassoziation unterbrechen, von denen SOÓ (60) das *Festucetum sulcatae caricetosum humilis* auf dem Szárhalom, weiterhin das *Festucetum potentillosum arenariae* und dessen Abart mit dominierenden *Chamaenerion palustre* oberhalb von Fertőrákos beschreibt (60, S. 27—30). Die Zusammensetzung des vom Szárhalom beschriebenen *Festucetum sulcatae-caricetosum humilis* ist ebenfalls sehr ähnlich derjenigen des Matricum, doch ist es auffallend, dass z. B. *Vinca herbacea* gänzlich fehlt ; *Salvia austriaca* kommt hier ebenfalls nicht vor, sie wächst auf unserem Gebiet ein wenig weiter entfernt, dagegen wird dieses Gebiet durch das in Mengen vorkommende *Cerastium arvense*, durch den stellenweise auftretenden *Leontodon incanus*, sowie durch die hie und da gedeihende *Ophrys insectifera* gekennzeichnet. Wenn wir die Artliste mit der in EGGLER's Arbeit befindlichen Enumerationen vergleichen, so ist die Ähnlichkeit der in

* Die *Fraxinus ornus*-Exemplare, die sich hie und da ausschliesslich in Lichtungen des Szárhalom-Waldes (Zarhalmerwald) vorfinden, sind zweifelsohne gepflanzt, und offenkundig Spuren von Forstversuchen. Gleicherweise sind die Exemplare, welche im Noricum auf einer kleinen Fläche im Tacsi-árok zu finden sind, gepflanzt.

der Umgebung von Sopron und Graz vorkommenden Assoziationen auffallend (12, S. 48—50, 87, 100—110 ; 13, S. 283—288, 298, 302—311, 14).

Den nördlichen, ein wenig felsigen Abhang des höchsten Punktes der Hügelkette bei dem Neusiedlersee, des 261 m hohen Pintytető, bedeckt ein Buchenbestand mit *Quercus robur* von geringer Ausdehnung. Hier fand I. CSAPODY von neuem *Carex alba* (10, S. 150). Im Unterwuchs können wir z. B. auch *Asperula odorata*, *Actaea spicata* finden. Auf Grund des Vorkommens von *Carex alba* kann dieser Teil samt einigen, an verschiedenen Punkten des Szárhalom-Waldes an ähnlichen Standorten vorkommenden kleineren Buchenbeständen und wegen des Fehlens des *Fraxinus ornus* als ein nicht charakteristisches *Fageto-Ornetum*-Fragment angesprochen werden. Diese Assoziation geht auf den nördlichen Hängen und Gipfeln ins *Querceto-Carpinetum* über (an einer Stelle hat CSAPODY sogar *Allium ursinum* gefunden ; 10, S. 150), am Saume dagegen finden wir den Übergang zum *Querceto-Lithospermetum* bzw. zum *Querceto-Potentilletum albae*. Lezteres wird stellenweise von Unmengen der *Iris graminea* charakterisiert. Von diesen Assoziationen zieht sich auf der Hügelkette von Neusiedlersee gegen Norden bis zur Landesgrenze, vor allem *Querceto-Lithospermetum* hinauf (Kőfejtő-erdő, Újhegy, Boglár-hegy usw.), In der Umgebung der Mythras-Grotte und des Gödölye-bérc tritt das Urgestein, nämlich Gneis, als ein Horst zutage, und hier kommt im kalkmeidenden Eichenbestand wiederum *Calluna*, sowie *Pinus silvestris* vor.

Überall an den Rändern dieser Hügellandschaft, besonders aber auf den zum Neusiedlersee abfallenden, östlichen Hängen, finden wir weitausgedehnte Kulturen, besonders aber die berühmten Weingärten von Sopron, welche sich an der Stelle des Karststrauchwaldes ausbreiten.

Von der Grenze nach Norden zu zieht sich die Neusiedlersee-Hügelkette, zum grössten Teil aus Leithakalk bestehend, bis zum Durchbruch der Vulka, bis Schützen-Gschiess (Sérc). Die Pflanzendecke dieses Abschnittes ist fast gänzlich identisch mit der des auf ungarischen Boden fallenden Abschnittes, doch stellenweise ist seine Flora etwas reicher. Hier finden wir an den östlichen Hängen das berühmte Ruster-Weingebiet.

Das Hügelgelände, welches sich westlich von der obenerwähnten Hügelkette am Neusiedlersee, der Pressburger Landstrasse entlang, hinzieht, und dessen geomorphologische Verhältnisse durch die Untersuchungen von L. KÁRPÁTI bekannt geworden sind (31, S. 36), wird ebenfalls von einem äusserst charakteristischen und an Arten reichen *Festucetum sulcatae* bedeckt. Auf unserem Gebiet ist hier die einzige Fundstelle der *Biscutella laevigata*, und auch *Salvia austriaca* wächst nur hier im Gebiet.

Ein von diesem weiter nach Westen gelegener, mit ähnlicher Flora bedeckter Hügelzug ist der Bécsidomb — Dudlesz erdő, auf welchem eine ebenfalls charakteristische, pannonische Flora wächst, die aber an Arten viel ärmer ist. An den östlichen Abhängen finden wir auch hier ausgedehnte Weinkulturen

und Obstgärten (Virágvölgy). Auf dem von Sopron bis zum Hubertushaus sich hinziehenden schmalen und teils mit Robinien bepflanzten Streifen, besonders auf dessen unberührten Stellen, ist *Festucetum sulcatae* die vorherrschende Assoziation mit *Stipa pennata*, *Pulsatilla grandis*, *P. nigricans*, *Scorzonera purpurea* und *Trinia glauca* ; auf den felsigen Stellen wird er von *Poa badensis* bedeckt. Die zweifellos interessanteste Pflanze ist hier *Globularia cordifolia*. Dies ist ihr einziger Fundort auf ungarischem Boden. Der Dudles-Wald gehört zum grössten Teil zum *Querceto-Lithospermetum* mit *Buphtalmum* und *Rhamnus saxatilis*, und an manchen Stellen ins *Querceto-Potentilletum albae* übergehend. In nord-östlicher Exposition kommen hie und da ebenfalls kleinere Bestände des *Querceto-Carpinetums* vor.

Der vom floristischen Standpunkt gesehen interessanteste Teil der Umgebung von Sopron erstreckt sich zwischen den beiden erwähnten Hügelketten : das Moorgebiet, welches zwischen der Kis- és Nagytómalom und Kőhida liegt und sich weiter nördlich der letzteren Ortschaft erstreckt. Dieses Gebiet, von GÁYER (15, S. 9) als »Kleine Alpenmoor-Insel« bezeichnet, beherbergt eine wahrlich interessante Vegetation, wo die auffallendsten Pflanzen : *Primula farinosa*, *Pinguicula vulgaris*, *Pseudorchis loeselii* und *Allium suaveolens* sind. Seine Pflanzengesellschaften wurden von SOÓ (60, S. 25—27) beschrieben. Die Assoziationen sind hier *Schoenetum nigricantis*, *Caricetum davallianae*, *Juncetum subnodulosi*, *Seslerietum uliginosae* und *Molinietum coeruleae*. SOÓ beschreibt in seinem Aufsatz ausschliesslich den zwischen Nagytómalom und Kőhida gelegenen Teil des Moores. *Pseudorchis* kommt bei der Kistómalom im *Seslerietum uliginosae*, *Allium* dagegen ein gutes Stück nördlicher von Kőhida, im *Juncetum subnodulosi* vor. Ebendaselbst finden wir im *Molinietum Gentiana austriaca* in beträchtlichen Mengen.

Dieses Moor können wir nur als ein Relikt betrachten, das zufolge seiner günstigen klimatischen Verhältnisse ein früheres Entwicklungsstadium bewahrte. Infolge des grösseren Reichtums an Arten ist es offenbar älter als die im Noricum (z. B. im Kaltwassertal) befindlichen ähnlichen Assoziationen. Letztere müssen auf Grund ihrer Artenarmut als entwicklungsgeschichtlich vom Tómalom-Moor unabhängig betrachtet werden. Das Moor bei Tómalom, in welchem besonders europäische Elemente dominieren, beeinflusst gerade aus diesem Grund die floristische Zugehörigkeit der angrenzenden, von einer charakteristisch pannonischen Flora bedeckten Gegend nicht, und aus demselben Grund können wir es weder zum Noricum, noch zum Pannonicum zählen.

Die Assoziationen des *Phragmition* und des *Magnocaricion* der Umgebung von Tómalom verdienen keine besondere Erwähnung. Als einziges bemerkenswertes Mitglied können wir *Menyanthes trifoliata* herausheben. Unter den auf dem Wiesenmoor vorkommenden Arten sind *Cirsium oleraceum* und *C. rivulare* die auffallenderen und vom pflanzengeographischen Gesichtspunkt interessanteren.

Die südliche Grenze des von Sopron sich gegen Norden und gegen Osten erstreckenden Gebietes, welches zum grösseren Teil pannonische Züge aufweist, ist, besonders in der näheren Umgebung der Stadt, mit Genauigkeit äusserst schwierig zu ermitteln, da sie zum grössten Teil auf durchwegs kultiviertem Terrain, über Ackerfelder, durch Obst- und Weingärten, oder aber über den besiedelten Innenteil der Stadt läuft. Nur auf der fast gänzlich mit Bauten bedeckten Umgebung des Kurucdomb und in der stark abgeweideten Umgebung des Pihenőkereszt ist es möglich das auf Kalkboden entwickelte *Festucetum sulcatae* zu erkennen. Meiner Meinung nach ist es am richtigsten, wenn wir uns zur endgültigen Festlegung der Florengrenze VENDLS (66) geologischer Karte bedienen.

Somit verläuft die Grenze am Fusse des zum Noricum zu rechnenden Daloshegy nach Osten zu am Fusse des Kurucdomb entlang, weiterhin weicht sie dem vom Rastkreuz nach Süden gelegenen Hügel südlich aus und verläuft grösstenteils durch Weingärten, sodann nördlich von den emporragenden Gneisblöcken, wie der Kópházaer Kőhegy, Újhegy und Köveshegy und erreicht zwischen dem Kraftner-kut und Halászkunyhó die Ebene am Neusiedlersee, mit anderen Worten den Florendistrikt Arrabonicum.

Nordwestlich von Sopron erstrecken sich auf der Ebene von Schattendorf (Somfalva), am Fusse des Wiener-Berg, gegen die Landesgrenze hin Mähwiesen und Wiesenmoore, die zur Bestimmung der Florengrenze nicht geeignet sind. Nördlich der Grenze ist aber die Vegetation zwischen Klingenbach—Drassburg—Baumgarten—Schattendorf—Marz—Walbersdorf auch nach den literarischen Daten (GOMBOCZ (16, 17)) die unmittelbare Fortsetzung der am Wiener-Berg—Dudlesz-erdő-Zug befindlichen Vegetation. Die charakteristische pannonische Vegetation des Marzer Kogels wurde schon von KITAIBEL (GOMBOCZ, 16, S. 111—117) notiert.

Die Grenze der pannonischen Flora dringt nach GOMBOCZ (17, S. 420) von hier aus in einem schmalen Streifen bis zum Schloss Forchtenstein hinein, sodann grenzt sich das Noricum am Nordrand des Soproner-Gebirges auf der Linie Wiesen—Sauerbrunn am Fusse des Rosaliengebirges an die Ebene des Wiener Beckens, d. h. an den Florendistrikt Vindobonicum. BECK (1), GOMBOCZ (17), PILL (51), NEVOLE (50) betonen in ihren Werken, dass das Leithagebirge, dessen grösster Teil zwar von zur Entwicklung einer pannonischen Flora günstigen Kalkstein bedeckt ist, auf dessen Kamm doch der Gneis, der den Kern des Gebirges bildet, zutage tritt, durch eine pannonische Flora gänzlich umzingelt ist. Die Vegetation ist hier von europäischem bezw. mitteleuropäischem Charakter und demzufolge rechnen GOMBOCZ (17) und auch JÁVORKA (26) das Leithagebirge zum Noricum.

Auf dem Kamm dieses Gebirges, z. B. am Buchkogel ist ein *Fagetum* zu finden, welches im westlichen und mittleren Teil des Gebirgszuges weitverbreitet ist, teils in reinen Beständen, teils vermischt im *Querceto-Carpinetum.*

Pinus silvestris kommt am Gebirgskamm spärlich vor, stellenweise in kleineren Beständen. Oberhalb Eisenstadt erscheint auch *Vaccinium myrtillus* im *Pinetum silvestris* (PILL. 51, S. 95) ; auf Urgestein tritt *Calluna* stellenweise in kleineren-grösseren Beständen auch auf.

Auf den östlichen und südlichen Hängen sind aber *Querceto-Potentilletum albae* und *Querceto-Lithospermetum* die herrschenden Waldgesellschaften, schon von einem stark pannonischen Charakter. Am Rande des Gebirges entwickelten sich nach NEVOLE's Karte zahlreiche Lichtungen mit Rasensteppen (50, S. 51) und auf Grund der im Aufsatz enthaltenen Florenlisten wird es offensichtlich, dass diese Vegetation beinahe gänzlich der der Hügelkette am Neusiedlersee entspricht, und so bildet der am Nordwestufer gelegene Teil des Leithagebirges deren Fortsetzung.

Ebendaher ist es am richtigsten, das Leithagebirge und die Hügelkette am Neusiedlersee auf Grund ihrer Wald- und Rasensteppen, ferner auf Grund ihrer kalkliebenden Eichenwälder, einheitlich als zum Pannonicum gehörend zu betrachten.

Nun erhebt sich die Frage, wie dieses Gebiet abgegrenzt werden soll. Seine westliche und nordwestliche Grenze ist nicht fraglich, es wird von dem Wiener Becken, das Vindobonicum gebildet. Von Osten wird es durch das zur Kleinen Tiefebene, d. h. das Arrabonicum gerechnete Ufergelände des Neusiedlersees begrenzt. Von seiner südlichen Grenze in der Höhe von Sopron war schon früher die Rede, sonst ist aber noch die Abgrenzung gegen Südosten unsicher, d. h. ob diese Grenze am Südfusse des Leithagebirges, im Tale der Eisenbahnstrecke Sopron—Ebenfurt, bei Müllendorf, oder weiter südwärts der Bahnstrecke Sopron—Wiener-Neustadt entlang läuft.

Wenn wir aber in der diesbezüglichen Literatur Angaben dazu suchen, so finden wir im Aufsatz NEUMAYERS (48) mehrere, die das Problem lösen. Er führt nämlich nach H. HUBER von der Nähe der von Sauerbrunn (Savanyúkút) gegen Norden entspringenden Ochsenschuhquelle *Jurinea mollis* (49, S. 394), von Thomaleiten *Iris pumila* (49, S. 402), sämtlich solche Arten, die im Noricum nicht vorkommen, sonst aber für das Laitaicum der Umgebung von Sopron charakteristisch sind, an. Auf Grund dieser Daten ist es offensichtlich, dass wir hier die Grenze des Laitaicum gegen das Noricum zu am Nordfusse des Rosaliengebirges, nördlich von Sauerbrunn (Savanyúkút) zu ziehen haben.

Problematisch ist noch die Begrenzung des Laitaicums gegen Norden, den Hainburger Bergen zu. Die Flora dieses Gebirges ist aus den Arbeiten von NEVOLE (59), WAGNER (66), SCHARFETTER (55) oder von KNAPP (45) wohlbekannt und grösstenteils ebenfalls von einem pannonischen Charakter, wie die der Mehrheit der am Rande des Wiener Beckens sich erhebenden Hügel.

Nachdem aber die Gesteinsunterlage der Hainburger Berge aus Granit und Granitgneis besteht, die mit einem Teil der jenseits der Donau sich erheben-

den Kleinen Karpaten gemein ist, ist es am richtigsten, die Hainburger Berge trotz ihrer ob der Kalkablagerungen hauptsächlich pannonischen Flora, als einen durch die Donau abgeschnittenen Teil der mit einer ähnlichen und auf den Südhängen ebenfalls mit einer pannonischen Flora bekleideten Kleinen Karpaten zu betrachten und so zum Florendistrikt Posonicum einzureihen, welches letztere zum Eucarpaticum gerechnet wird. Aus den Aufsätzen KLIKAS (42, 43, 44) ist es wohl ersichtlich, dass auf den, gegen das Pannonicum abfallenden Hängen am Südrande der Karpaten, ob sie gegen die Kleine Tiefebene oder gegen das Wiener Becken abfallen, überall eine Flora pannonischen Charakters zu sehen ist. Durch den Aufsatz WAGNERS (67) wird dasselbe auch für den Ostrand der Alpen ebenfalls bewiesen. Diesbezüglich finden wir aber auch reichliche Angaben in der Literatur, so unter andern in der Arbeit von SCHARFETTER (55). Trotzdem werden diese Hänge als zu den Alpen bzw. zu den Karpaten gehörend betrachtet. Von diesem Standpunkt aus muss auch die Stellung der Hainburger Berge erwogen werden ; dass sie zu den Kleinen Karpaten gehören, wird durch das Vorkommen einer gemeinsamen, endemischen Art, *Dianthus lumnitzeri*, bewiesen ; dafür sprechen auch die in den Hainburger Bergen vorkommenden *Carduus glaucus* und *Sesleria varia*.

Wenn wir aber den Aufbau, die Lage und die Entfernung des Leithagebirges betrachten, so müssen wir feststellen, dass es nicht in direktem Zusammenhang mit den Kleinen Karpaten steht.

Es bleibt also noch die Frage, wohin das so umgrenzte Gebiet, d. h. der Florendistrikt Laitaicum floristisch zu rechnen sei.

Anhand der von GÁYER gegebenen Charakterisierung kann es keinesfalls zu dem die Alpen mit dem Pannonicum verbindenden, eine Übergangsflora aufweisendem Pränoricum, weder was seine Flora, noch was seinen geologischen Aufbau angeht, gehören. Floristisch charakterisiert nämlich GÁYER das Pränoricum mit der Verbreitung des *Cyclamen purpurascens* und der *Primula acaulis*. Von den in JÁVORKAS Aufsatz (27) bezüglich ihres Verbreitungsgebietes ausführlich beschriebenen und für das Transdanubicum charakteristischen Pflanzen-Arten kommt in dem betreffenden Gebiet auf saueren Boden (27, S. 974) ausschliesslich nur *Calluna* vor, und zwar recht zerstreut. Ausserden können wir auch die, über die Grenzen des Pränoricums weit hinaus verbreitete und gerade deshalb als viel weniger charakteristisch zu bezeichnende *Knautia drymeia* nicht nur hier (27, S. 986), sondern auch im ganzen Transdanubicum, ja sogar auch im grösseren Teil des Matricums jenseits der Donau finden. Dagegen überschreitet *Cyclamen purpurascens* (= *europaeum)*, welche von GÁYER als recht charakteristisch für das Pränoricum bezeichnet wird, in kompaktem Vorkommen (27, S. 991) nicht mehr die Grenzen des Noricums und Pränoricums, und wir kennen von ihr ausschliesslich ein isoliertes Vorkommen im Leithagebirge bei Klein-Höflein (Kis-Höflány) (s. GOMBOCZ 17, S. 539 ; PILL 52, S. 96 ; oder LEONHARDT 48).

Die zusammenhängende Verbreitung von *Primula acaulis (= vulgaris)* (27, S. 989) gegen Norden zu endigt ein gutes Stück südlich von Sopron, ungefähr in der Höhe von Sopronhorpács und Sopronkövesd. Von dieser Linie weiter nach Norden war nur ein sicherer isolierter Fundort bei Bruck im sogenannten Stadtwald bekannt. (s. JÁVORKA 27, S. 988 ; PILL 52, S. 95). Nach KEISSLER (40, S. 6) kommt sie im Leithagebirge überhaupt nicht mehr vor. Die Angaben von GOMBOCZ (17, S. 538) sind fraglich und beziehen sich zum Teil offensichtlich auf gepflanzte Exemplare. Nur in neuester Zeit fand I. CSAPODY am Nordsaum des Noricums bei Ágfalva (Agendorf) ein abgesondertes Vorkommen von ihr (11, S. 19).

Dem Vorhergesagten nach können wir also das Leithagebirge und die Hügelkette am Neusiedlersee sowie das zwischen beiden liegende Gebiet unter dem Namen Laitaicum als einen Florendistrikt für sich betrachten, welcher infolge der Verbreitung von *Calluna vulgaris* und *Knautia drymeia* in das Transdanubicum einreihbar ist als dessen nördlichstes Glied von einem

dominant pannonischen Charakter, welches die Kleine Tiefebene (Kisalföld) mit anderen Worten das Arrabonicum vom Wiener-Becken, d. h. von der Ebene des Vindobonicums trennt, wie z. B. die Grosse Tiefebene (Nagyalföld) von der Kleinen Tiefebene (Kisalföld) durch das Ungarische Mittelgebirge (Magyar Középhegység) getrennt wird.

Schon BECK schreibt (1, S. 12): »Das Leithagebirge und die bei Hainburg auftauchenden Berge, beide aus krystallinischen Gesteinen gebildet, gehören in geognostischer Beziehung dem Karpathensystem an und bilden eine Verbindung des zum Alpenzuge gehörigen Rosaliengebirges mit den niederen Karpathen.«

Hiefür ist als pflanzengeographischer Beweis teils jener Umstand zu betrachten, dass von den in den Alpen und den Ostkarpaten vorkommenden, dagegen aus den nördlichen Karpaten auffallenderweise fehlenden Arten wir auf dem Rosaliengebirge, welches das Noricum, also die Alpen, vertritt, *Alnus viridis* und *Dryopteris oreopteris* noch vorfinden können. Dass das Leithagebirge einen Übergang zu den Karpaten bildet, geht schon daraus hervor, dass beide Arten aus den nordöstlich gelegenen Bergen fehlen. Die Tatsache, dass diese Arten das Soproner-Gebirge erreichen, beweist, dass dieses Gebirge ebenfalls zum Noricum gehört. Einen Übergang bedeutet auch das dortige Vorkommen einiger solcher Pflanzenarten, welche mit den Ostalpen und der Kalkzone der Kleinen Karpaten gemein sind, dagegen dem ganzen Pannonicum fehlen oder nur recht selten vorkommen. Von diesen Arten kommt *Rhamnus saxatilis* und *Globularia cordifolia* ausschliesslich im Laitaicum, *Buphthalmum salicifolium* sowie *Leontodon incanus* in geringer Zahl auch anderswo vor.

Somit bedeutet das Laitaicum ein die Alpen mit den Karpaten im pflanzengeographischen Sinn verbindendes Gebiet und dementsprechend ist also der nördlichste Florendistrikt des zum Pannonicum gehörenden Transdanubicums das Laitaicum, welches ausser seinem überwiegenden pannonischen Charakter auch dadurch charakterisiert wird, dass es gleichzeitig ein pflanzengeographisches Verbindungsglied zwischen den Ostalpen und der Kalkzone der Kleinen Karpaten bildet.

Endlich bleibt uns noch die Frage zu klären, wohin wir das vom Noricum gegen Osten, vom Laitaicum gegen Süden gelegene, im Durchschnitt 200—220 m hohe, hügelige Gebiet rechnen sollen, welches sich ungefähr 100 m über dem Niveau des Neusiedlersees erhebt und daher keinesfalls zur Kleinen Tiefebene bzw. zum Arrabonicum gerechnet werden kann.

Wenn wir das Pränoricum als einen Übergang zwischen dem Noricum und dem Pannonicum betrachten, so passt diese Charakterisierung auf das vorgenannte Gebiet. Das sich von Sopron nach Süden ausbreitende Harkauer Plateau, dessen Boden aus Lehm, Sand und Schotter (gerade so wie GÁYER das Pränoricum geologisch charakterisiert) besteht und aus welchem die Gneis-Kegel, so der Harkai csúcs 276 m hoch, der Kőhegy bei Kópháza 221 m hoch, gegen den Neusiedlersee zu aber der über Balf sich erhebende Újhegy 235 m

und der Köveshegy 209 m hoch, herausragen, ist ein recht charakteristisches Beispiel für den Übergang.

Die alten Zerreichen auf dem Harkai fennsík sind offensichtlich Überreste des *Querceto-Potentilletum albae*. Unter ihnen wächst z. B. *Sieglingia decumbens*, von hier aber nicht weit entfernt finden wir ein dem Weiden ausgesetztes *Festucetum pseudovinae*. Auch sonst ist die Flora hier als recht interressant zu bezeichnen, insofern hier *Ranunculus illyricus*, *Pulsatilla grandis*, *Pulsatilla nigricans*, *Adonis vernalis*, *Moenchia mantica* (11), *Rosa pimpinellifolia* usw. vorkommen. In der Nähe von Balf gegen den Neusiedlersee zu dominiert *Querceto—Potentilletum albae*, an einer Stelle mit *Allium ursinum* (34, S. 163). Um die Station von Fertőboz (Holling) herum finden wir *Carlina acaulis* var. *alpina* (33. II. S. 199—200) und *Sarothamnus scoparius* (33. II. S. 198). Auf den Löss-Hügeln dagegen kommen *Artemisia pontica*, *Taraxacum serotinum* usw. vor.

Der bemerkenswerteste Punkt dieses Gebietes ist unbedingt der Harkai Csúcs. Die Spitze dieses Gneis-Kegels wird nämlich von *Callunetum* bedeckt, in welchem z. B. *Aira caryophyllea*, *Jasione montana*, sonst an der selben Stelle auch *Potentilla arenaria* und *Pulsatilla nigricans* wachsen. Auf dem Nordhang wächst *Bupleurum praealtum*, der felsige Osthang dagegen wird von *Quercetum pubescentis* bedeckt, in welchem z. B. *Sorbus domestica*, im Unterwuchs dagegen *Muscari tenuiflorum*, *Geranium sanguineum*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Euphorbia polychroma* und gleichzeitig *Viscaria vulgaris* vorkommen.

Wir sehen also, dass eine verhältnismässig geringfügige Expositions-Differenz an Punkten, welche zwischen Gebieten von entgegengesetzter Flora einen Übergang oder eine die Gegensätze ausgleichende Kampfzone bilden, tiefreichende Änderungen in der Florendecke verursachen kann. Dieser mosaikartige Wechsel der Florenelemente und Pflanzengesellschaften von recht verschiedenem Charakter vertritt wahrlich in sehr prägnanter Weise den Übergang zwischen dem Noricum und dem Pannonicum. Diese Zone können wir anhand des Vorhergesagten als ein Randgebiet und eben deshalb nicht charakteristischen Teil des Pränoricums betrachten.

Die in Handschrift befindliche Arbeit J. Jeanplongs befasst sich sehr eingehend mit der Begrenzung des Noricums, Pränoricums und Arrabonicums, auf dem Gebiet, welches von den oben beschriebenen nach Süden und Südosten zu liegt, der Verfasser beschäftigt sich besonders mit der Abgrenzung der zwei letzteren Florendistikte.

Die floristische Gliederung der Umgebung von Sopron zusammenfassend, weise ich noch einmal darauf hin, dass sich im Westen der Stadt die äussersten, an Arten verarmten, niedrigen Ausläufer der Florenprovinz der Ostalpen (Noricum) erstrecken. Die übrigen Teile der Umgebung der Stadt können zur Ungarischen (Pannonischen) Florenprovinz (Pannonicum) gerechnet werden. Dieser Teil des Gebietes gehört zur Florengegend des Transdanubicums (Dunántúl). Von der Stadt nach Nord-Westen, Norden und Nord-Osten zu erstreckt sich

der Florendistrikt Laitaicum, welcher sich vom Pränoricum südöstlich des Südrandes der Stadt abgrenzt. Das Ufergelände des Neusiedlersees gehört schon zum Florendistrikt der Kleinen Tiefebene innerhalb des Tieflandes (Alföld) (Eupannonicum), mit anderen Worten zum Arrabonicum. Dagegen beginnt

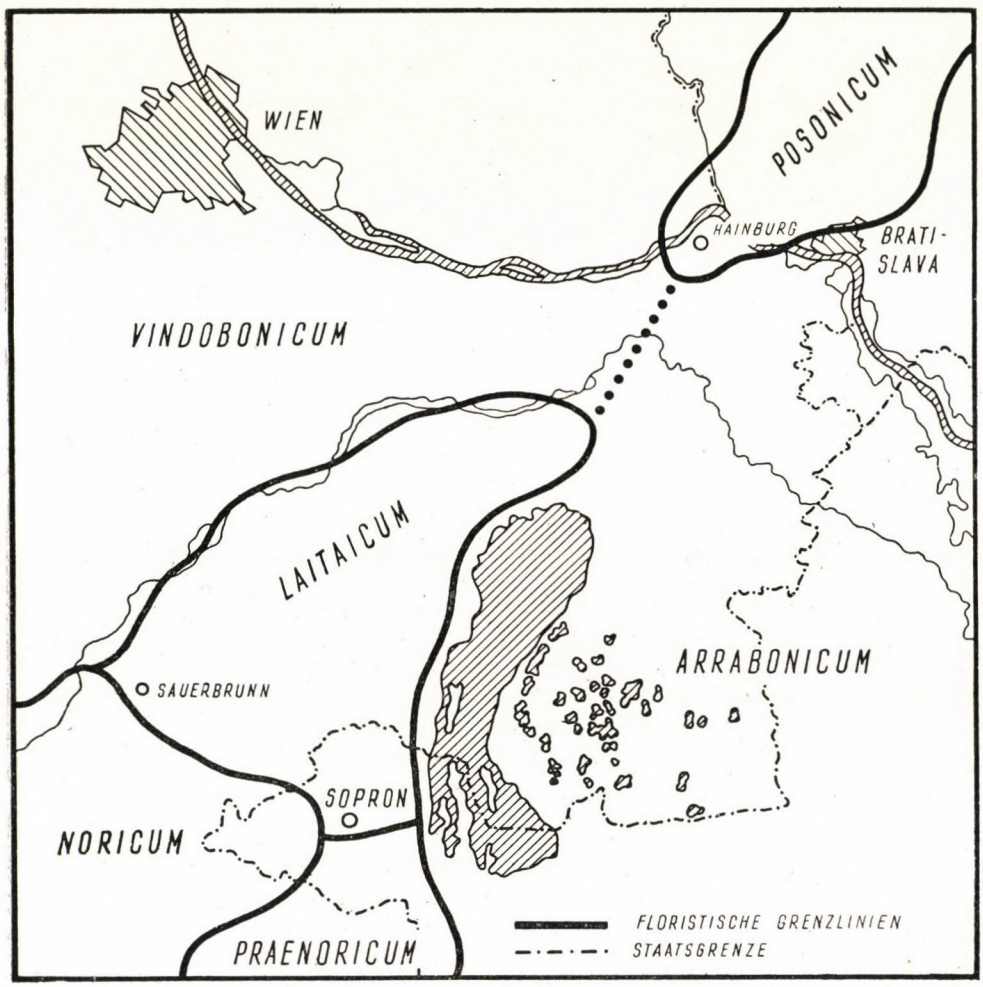


Abb. 1. Die Florengrenzen in der Umgebung von Sopron

jenseits der Grenzen nach Westen zu die Ebene des Wiener-Beckens, das sogenannte Vindobonicum, am Nordrand des Leithagebirges beginnt der Florendistrikt der Kleinen Karpaten (Posonicum) und damit der nordkarpatische Florenbezirk (Eucarpaticum) innerhalb der Florenprovinz der Karpaten (Carpaticum).

Die Aufteilung dieser Arten gebe ich in der unten folgenden Tabelle.

Übersicht der Florenelemente des behandelten Gebietes

Florenelement	Noricum		Transdanubicum (Laitaicum + Praenoricum)	
	St.	%	St.	%
Kosmopolitische	83	6,2	88	6,5
Adventive (Insgesamt):	18	1,4	13	1,0
davon: amerikanische	(14)	(1,0)	(10)	(0,7)
atlantisch-mediterrane	(1)	(0,07)	—	—
eurasische	(3)	(0,2)	(3)	(0,2)
Europäische Elementengruppe:				
circumpolare	109	8,0	80	5,8
eurasische	317	23,5	334	24,7
europäische	134	10,0	127	9,4
mitteleuropäische	146	10,7	99	7,3
(davon montane)	(9)	(0,7)	—	—
Kontinentale (im engeren Sinn)	33	2,45	84	6,2
pontische	—	—	10	0,7
pontisch-mediterrane	13	1,0	44	3,3
pontisch-pannonische	5	0,4	12	0,9
pannonische	—	—	6	0,4
Mediterrane	90	6,7	167	12,4
Atlantische	10	0,7	4	0,3
atlantisch-mediterrane	10	0,7	12	0,9
Alpine Elemente (Insgesamt):	12	0,9	5	0,4
davon: alpin-karpatische	(3)	(0,2)	—	—
alpin-balkanische	(5)	(0,4)	(3)	(0,2)
alpin-balkanisch-karpatische	(1)	(0,07)	(1)	(0,07)
alpin-mediterranische	—	—	(1)	(0,07)
alpin-circumpolare	(1)	(0,07)	—	—
alpin-subarktische	(1)	(0,07)	—	—
alpin-boreale	(1)	(0,07)	—	—
Balkanische Elemente (Insgesamt):	1	0,07	13	1,0
davon: balkanische (im engeren Sinn)	(1)	(0,07)	(1)	(0,07)
balkanisch-kaukasische	—	—	(4)	(0,3)
balkanisch-pannonische	—	—	(6)	(0,4)
balkanisch-mitteleuropäische	—	—	(2)	(0,15)
Endemische Elemente:				
norische Endemiten	1	(0,07)	—	—
pannonische Endemiten	—	—	3	0,2

Zur Veranschaulichung des Obengesagten habe ich die Flora des Gebietes, welches sich zwischen der Umgebung von Sopron, der Landesgrenze, der Kleinen Tiefebene erstreckt, nach Florenelementen gruppiert, zusammengestellt. Die Krassheit des Gegensatzes wird dadurch gedämpft, dass ich die hauptsächlich aus europäischen Elementen bestehende Flora des Moorgebietes von Tómalom zum Transdanubicum (also zum Pannonicum) rechnete; andererseits vermehren der kleine *Mesobrometum*-Flecken oberhalb von Sopronbánfalva sowie

die zahlreichen mediterranen Unkräuter innerhalb des Noricums die Zahl der östlichen und südlichen Elemente. Trotz dieser Einstellung ist die Zahl der circumpolaren, mitteleuropäischen und atlantischen Elemente im Noricum wesentlich höher als im Transdanubicum, dagegen steigt die Zahl der kontinentalen pontisch-mediterranen, pontisch-pannonischen, pannonischen und mediterranen Elemente im Transdanubicum vor allem im Laitaicum wesentlich gegenüber dem Noricum. Die Summe der auf dem besprochenen Gebiet festgestellten Arten beträgt 1346.

Anhang

Geraume Zeit nach Abschluss meines Manuskriptes erschien der Aufsatz I. CSAPODYS: »A sopronkörnyéki flóra elemeinek analízise« (Analyse der Florenelemente in der Umgebung von Sopron) (Soproni Szemle 9. 3—4. — 1955 S. 20—42), den ich leider nicht mehr berücksichtigen konnte.

Dieser ausschliesslich in ungarischer Sprache, leider ohne jede fremdsprachige Zusammenfassung erschienene Artikel charakterisiert auf Grund der floristischen Gliederung der Umgebung von Sopron recht ausführlich die Arealtypen der einzelnen Florendistrikte, ausserdem gibt er uns wertvolle fitozönologische Angaben, sodann befasst er sich im Zusammenhang mit der Pflanzendecke eingehend mit den örtlichen klimatologischen Verhältnissen.

In dieser Arbeit erklärt CSAPODY (S. 24), dass die genaue Ermittlung der Grenzen der einzelnen Florendistrikte die Aufgabe der zukünftigen Forschung bildet. Eben deshalb ist es bedauerlich, dass CSAPODYS Arbeit vor meinem Aufsatz erschienen ist, in welchem ich eben anhand meiner fast drei Jahrzehnte lang gesammelten Erfahrungen und Beobachtungen gerade diese Grenzlinien ziehe, und in welchem ich von der, auch von CSAPODY befolgten bisherigen Auffassung abweichend, den Lauf der Floren-Grenzlinien und damit die Lage des Florendistrikts ändere. CSAPODY erwähnt unter anderem in seiner Arbeit, dass »... die meisten Arten des Noricums mit denen des Pränoricums gemeinsam sind« (S. 28), sodann, dass »... die Grenze zwischen dem Laitaicum und dem Pränoricum viel schärfer ist, als jene zwischen dem Pränoricum und Noricum«(S. 36). Diese beiden Bemerkungen weisen auch darauf hin, dass die der bisherigen Auffassung entsprechende Florengrenzlinie — die auch von CSAPODY übernommen wurde — nicht eine Abgrenzungslinie zwischen zwei Florendistrikten (richtiger zwischen zwei Florenprovinzen: der Norischen und Pannonischen) bedeutet, sondern, dass sie das Noricum durchquert und als solche höchstens als Assoziationsgrenze innerhalb eines Florendistrikts betrachtet werden kann. Meine Grenzlinie zwischen dem Noricum und Pränoricum ist viel schärfer, da sie sich ausser der Pflanzendecke auch auf die orographischen Verhältnisse, auf den Boden und die Gesteinsunterlage stützt. Innerhalb des Transdanubicums verläuft die sich zwischen dem Pränoricum und dem Laitaicum hinziehende Grenzlinie über teils bebaute und kultivierte Gebiete, daher habe ich sie im wesentlichen auf Grund geologisch-bodenkundlicher Überlegungen gezogen.

Der Grund für die Abweichung, die sich in den Zahlenangaben der Pflanzenarten des besprochenen Gebietes zwischen beiden Werken zeigen, ist einesteils in jenem Umstand zu suchen, dass keines der Werke das Gebiet gegen Süden und Südosten genau abgrenzt, anderenteils besitzen wir bis heute über dieses Gebiet kein zeitgemässes, kritisches Florenwerk. So wird durch die abweichende Auffassung in der Begrenzung der Arten, insbesondere aber durch die Wertung der kritischen Genera der in der Zahl der Arten sich zeigende Unterschied leicht verständlich. Da nun meinen Forschungen entsprechend die Grenzlinien ganz wo anders gezogen werden müssten, so bedürfen die Florenanalysentabellen CSAPODYS — besonders jene, welche sich auf das Pränoricum beziehen — einer Abänderung, die Verlegung der Florengrenzen dagegen betrifft in keiner Weise seine klimatologischen Feststellungen.

Ortsverzeichnis

Da die in Ungarn liegenden Ortschaften zumeist auch mit einem deutschen Namen benannt werden, die burgenländischen dagegen, — besonders in der älteren ungarischen Literatur, — mit dem ehemaligen ungarischen Namen bezeichnet sind, füge ich das folgende Verzeichnis bei:

a) Ungarn
Ágfalva = Agendorf
Asztalfő = Herrentisch
Balf = Wolfs
Balaton = Plattensee
Balatonfelvidék = Plattenseeoberland
Bécsi domb = Wienerberg
Daloshegy = Sängerberg
Dráva = Drau
Dudlesz erdő = Dudles-Wald
Erdei malom = Waldmühle
Erdei iskola = Waldschule
Faberrét = Faber-Wiese
Fertőboz = Holling
Fertőrákos = Kroisbach
Gödölyebérc = Gaisberg
Gyertyánfaforrás = Bachbründel
Halászkunyhó = Fischerhütte
Harkai csúcs = Harkauer Kogel
Harkai fennsík = Harkauer Plateau
Hermes árok = Hermes-Graben
Hidegvíz = Kaltwasser
Hidegvízvölgy = Kaltwassertal
Istenszéke = Himmelsthron
Kis- és Nagytómalom = Kleine und Grosse Teichmühle
Kolostordomb = Klosterberg
Kovács-patak = Kovács-Bach
Kőhegy = Steinberg
Kőhida = Steinabrückl
Kőszeg = Güns
Kövesárok = Steingraben
Köveshegy = Steinerberg
Kraftner-kút = Kraftner-Brunnen
Kurucdomb = Krutzenberg
Lővérek = Löwer
Magasbérc = Hölzernes Tor
Muraköz = Murinsel
Nagyfüzes = Felberstand
Naphegy = Sonnenberg
Pálos erdő = Pauliner-Wald
Pihenőkereszt = Rastkreuz
Pintytető = Finkenkogel
Rákpatak = Krebsbach
Sánchegy = Redoutenberg
Sopron = Ödenburg
Sopronbánfalva = Wandorf
Szárhalom = Zarhalmerwald
Tacsi-árok = Tatschy-Graben
Tolvaj-árok = Diebmannsgraben
Tómalom = Teichmühle
Tölgyesmocsár = Grüne Lacke
Újhegy = Neuberg
Újrét = Neuwiese
Vadkanárok = Saugraben
Vashegy = Eisenberg
Várhely = Burgstall
Váris = Warisch
Városliget = Stadtwäldchen
Virágvölgy = Blumental
Zsilip-árok = Almesgraben
b) Österreich
Alhau = Alhó
Bernsteiner-Gebirge = Borostyánkő
Baumgarten = Sopronkertes
Dörfl = Dérföld
Drassburg = Darufalva
Eisenstadt = Kismarton
Forchtenau = Fraknó
Forchtenstein = Fraknóvára
Kaisersdorf = Császárfalu
Karl = Répcekároly
Klein-Höflein = Kis-Höflány
Klingenbach = Kelénpatak
Kobersdorf = Kabold
Lackenbach = Lakompak
Landsee = Lánzsér
Leithagebirge = Lajtahegység
Liebing = Rendek
Loipersbach = Lépesfalva
Marz = Márcfalva
Müllendorf = Szárazvám
Neckenmarkt = Sopronnyék
Neu-Hodies = Városhodász
Neusiedlersee = Fertőtó
Oberloisdorf = Felsőlászló
Oberwart = Felsőőr
Rechnitz = Rohonc
Ritzing = Récény
Sauerbrunn = Savanyúkút
Schattendorf = Somfalva
Schlaining = Őszalónak
Sieggraben = Szikra
St. Martin in Burgenland = Sopronszentmárton
Walbersdorf = Borbolya
Wiesen = Rétfalu

LITERATUR

1. Beck, G.: Flora von Nieder-Österreich. I. 1890—1893. Wien.
2. Borbás, V.: A Balaton tavának és partmellékének növényföldrajza és edényes növényzete. (Die Pflanzengeographie und Gefässflora des Balatonsees und Umgebung.) 1900. Budapest.
3. Borbás, V.—Bernátsky, J.: Die pflanzengeographischen Verhältnisse der Balatonseegegend. 1907. Budapest.
4. Borbás, V.: Vas vármegye növényföldrajza és flórája. (Geographia atque enumeratio plantarum comitatus Castriferrei in Hungaria.) 1887—1888. Szombathely.
5. Borbás, V.: Vas vármegye növénygeográfiai viszonyai. (Geographia plantarum comi-

tatus Castriferrei.) — Magyarország Vármegyéi és Városai. Vas vármegye. 1897. p. 397—536. Budapest.
6. BOROS, Á.: Adatok a vendvidéki erdei fenyvesek és tőzegmohalápok növényzetének ismeretéhez. — Beiträge zur Kenntnis der Flora der Föhrenwälder und Sphagnum-Moore des Windischen Gebietes (Komitat Vas). — Bot. Közl. **41.** (1944) p. 96—101.
7. BOROS, Á.: A drávabalparti síkság flórájának alapvonásai, különös tekintettel a lápokra. — Grundzüge der Flora der linken Drauebene mit besonderer Berücksichtigung der Moore. — Magy. Bot. Lap. **23.** (1924) p. 1—56.
8. BOROS, Á.: A Pannonicum és Praeillyricum flóravidékek kapcsolata. — Les rapports entre les territoires floraux Pannonicum et Praeillyricum. — Magy. Bot. Lap. **27.** (1928, 1929) p. 51—56.
9. BOROSNÉ MURÁNYI J.: A soproni Hidegvízvölgy flórája. — Die Pflanzen des Kaltwassertales bei Sopron. — Erdészeti Kísérletek. **49.** (1949) p. 154—159.
10. CSAPODY, I.: Kiegészítő adatok Sopron flórájának ismeretéhez. — Ergänzende Daten zur Kenntnis der Flora der Umgebung von Sopron. — Erdészeti Kísérletek. **49.** (1949) p. 149—153.
11. CSAPODY, I.: Új növényelőfordulások Sopron környékén és Baranyában. — Neu entdeckte Pflanzen in der Umgebung von Sopron und im Komitat Baranya. — Erdőmérnöki Főiskola Évkönyve. 1951/52 (1953) p. 17—21.
12. EGGLER, J.: Die Pflanzengesellschaften der Umgebung von Graz. — Repertorium specierum novarum regni vegetabilis. Beih. Bd. **73.** (1933).
13. EGGLER, J.: Flaumeichenbestände bei Graz. — Beih. Bot. Cbl. **41.** B. 1/2. (1941) p. 261—316.
14. EGGLER, J.: Walduntersuchungen in Mittelsteiermark. (Eichen- und Föhrenmischwälder.) — Mitteil. Naturw. Ver. Steiermark. Bd. **79/80.** (1951) p. 8—101.
15. GÁYER, GY.: Vas vármegye fejlődéstörténeti növényföldrajza és a praenorikumi flórasáv. — Entwicklungsgeschichtliche Pflanzengeographie des Komitates Vas (Eisenburg) und der pränorische Florengau. (Pränoricum.) — Vas vármegye és Szombathely város kultúregyesülete és a Vas vármegyei Múzeum 1. Évkönyve. 1925. p. 1—43.
16. GOMBOCZ, E.: KITAIBEL PÁL Sopron megyei útja. — KITAIBELS Reise im Soproner Komitat. Soproni Szemle. 1. 2. (1937) p. 111—119.
17. GOMBOCZ, E.: Sopron vármegye növényföldrajza és flórája. — Die Pflanzengeographie und Flora des Komitates Sopron. — Math. Termtud. Közl. **28.** (1906) p. 401—577.
18. HAYEK, A.: Pflanzengeographie von Steiermark. — Mitteil. Naturw. Ver. Steiermark. Bd. **59.** (1923) sep. p. 1—208.
19. HORVÁT, A. O.: A Mecsekhegység és déli síkjának növényzete. (Die Pflanzendecke des Mecsek-Gebirges und dessen südlicher Ebene.) 1942. Pécs.
20. HORVÁT, A. O.: A szentgotthárdi apátság erdeinek növényzete. — Die Flora der Wälder der Abtei St. Gotthard in Ungarn. — Bot. Közl. **41.** (1944) p. 43—48.
21. HORVÁT, A. O.: Die pflanzengeographische Gliederung des Mecsekgebirges. — Borbásia. **2.** (1940) p. 12—19.
22. HORVÁT, A. O.: Gehört das Hügelland von Simontornya zum Mecsekgebirge? — Borbásia. **1.** (1939) p. 148—150.
23. HORVÁT, A. O.: Geobotany of Eastern Transdanubia. — Hung. Acta Biol. **1.** 5/6. (1949) p. 247—259.
24. HORVÁT, A. O.: Külsősomogy és környékének növényzete. — Flora regionis Külsősomogy (Hungaria). — Borbásia. **4.** (1942) p. 1—70.
25. JÁVORKA, S.: A magyar flóra kis határozója. (Kleines Bestimmungsbuch der ungarischen Flora.) ed. 2. 1937. Budapest.
26. JÁVORKA, S.: Magyar Flóra. (Flora hungarica.) 1924—1925. Budapest.
27. JÁVORKA, S.: Növényelterjedési határok a Dunántúlon. — Pflanzenareale in Transdanubien in Ungarn. — Math. Termtud. Ért. **59.** (1940) p. 967—997.
28. JEANPLONG, J.: Flóraelemek szerepe a flórahatárok megvonásában Északnyugat-Dunántúlon. — Die Rolle der Florenelemente in der Begrenzung der Florengebiete in NW.-Transdanubien. — Bot. Közl. **46.** (1956) 3—4, p. 261—266.
29. KÁROLYI, Á.: Botanikai megfigyelések Nagykanizsa környékén. — Botanische Beobachtungen aus der Umgebung von Nagykanizsa. — Borbásia. **9.** (1949) p. 18—21.
30. KÁROLYI, Á.—PÓCS, T.: Adatok Délnyugat-Dunántúl növényföldrajzához. — Zur Pflanzengeographie Südwest-Transdanubiens. — Bot. Közl. **45.** (1954) 3—4 p. 257—267.
31. KÁRPÁTI, L.: Adatok Sopron geomorfológiájához. — Zur Geomorphologie der Umgebung von Sopron. — Földrajzi Értesítő. **4.** (1955) p. 21—40.
32. KÁRPÁTI, Z.: Adatok Sopron vármegye flórájához. — Beiträge zur Flora des Komitates Sopron. — Annales Sabarienses. Folia Musealia. **1.** (1932) p. 4—6.

33. KÁRPÁTI, Z.: Érdekes és újabb növényelőfordulások Sopron környékén. — Interessante und neue Pflanzenfunde in der Umgebung von Sopron. Soproni Szemle **2.** (1938) p. 74—84. — II. Soproni Szemle. **5.** (1941) p. 195—201. — III. Erdészeti Kísérletek. **44.** (1949) p. 168—182.
34. KÁRPÁTI, Z.: GÁYER GYULA adatai Sopronvármegye flórájához. — GY. GÁYERS Beiträge zur Flora des Komitates Sopron. — Vasi Szemle. **2.** (1935) p. 162—165.
35. KÁRPÁTI, Z.: Kertészeti növénytan. II. (Lehrbuch der gärtnerischen Botanik.) 1953. Budapest.
36. KÁRPÁTI, Z.: Kiegészítés Soó—JÁVORKA: »A magyar növényvilág kézikönyve« c. munkájához. (Ergänzungen zu Soó—JÁVORKA: »A magyar növényvilág kézikönyve« (Handbuch der Pflanzenwelt Ungarns.). — Bot. Közl. **45.** 1—2. (1948—1953 (1954)) p. 71—76.
37. KÁRPÁTI, Z.: Újabb adatok Magyarország flórájának ismeretéhez. — Neue Beiträge zur Kenntnis der Flora von Ungarn. — Budapesti Tud. Egyet. Biol. Int. Évk. **1.** (1950) p. 43—47.
38. KÁRPÁTI, Z.: Újabb adatok Sopron vármegye flórájához. — Neue Beiträge zur Kenntnis der Flora des Komitates Sopron. — Magy. Bot. Lap. **32.** (1933) p. 105—106.
39. KÁRPÁTI, Z.: Újabb adatok Sopron vármegye flórájához. II. — Neue Beiträge zur Flora des Komitates Sopron. II. Vasi Szemle. **1.** (1934) p. 174—178.
40. KEISSLER, K.: Die Pflanzenwelt des Burgenlandes. — Veröffentlichungen des Naturhistorischen Museums, Wien, Heft 1. (1924) p. 1—16, Wien.
41. KISS, L.: Néhány érdekes növény előfordulása Sopron flórájában. — Über das Vorkommen einiger in Ungarn seltener Pflanzen auf dem Gebiete der Universitäts-Forstverwaltung. — Erdészeti Kísérletek. **49.** (1949) p. 160—163.
42. KLIKA, J.: Die Gesellschaften des *Festucion vallesiacae*-Verbandes in Mitteleuropa. — Studia Bot. Čechica **2.** 3. (1939) p. 117—157.
43. KLIKA, J.: Ecologická a sociologická studia pastvin vápenové a dolomitové západokarpatské hornatiny (Čachtické kopce). — Ökologische und soziologische Studien der Weiden des westkarpathischen Kalkstein- und Dolomit-Hügellandes. (Die Čachtitzer Berge.) — Sbornik Československé Akademie Zemědělské. **9.** (1936) p. 330—336.
44. KLIKA, J.: Xerotherme und Waldgesellschaften der Westkarpathen. (Brezover Berge.) — Beih. Bot. Cbl. **57.** (1937) B. p. 295—342.
45. KNAPP, R.: Die Trockenrasen und Felsfluren der Hainburger Berge. 1944. Halle/Saale.
46. KNAPP, R.: Über steppenartige Trockenrasen im Marchfeld und am Neusiedler See. 1944. Halle/Saale.
47. KOEGELER, K.: Die pflanzengeographische Gliederung der Steiermark. — Abt. f. Zoolog. und Bot. am Landesmus. Joanneum. Graz. Heft. 2. 1953 (1954).
48. LEONHARDT, R.: Studien über die Verbreitung von *Cyclamen europaeum* in den Ostalpen und deren Umrandung. — Ö. B. Z. **76.** (1927) p. 169—194.
49. NEUMAYER, H.: Floristisches aus Österreich, einschliesslich einiger angrenzender Gebiete I. — Verh. Zool. Bot. Ges. in Wien. **79.** (1929 (1930)) p. 336—441.
50. NEVOLE, J.: Die Wald- und Steppenflora am Ostrande des Wiener Beckens. I. Die Hainburger Berge in Niederösterreich. 1934. Hainburg.
51. NEVOLE, J.: Die Wald- und Steppenflora am Ostrande des Wiener Beckens. II. Das Leithagebirge. — Verh. Naturf. Ver. Brünn. **70.** (1939) p. 13—51.
52. PILL, K.: Die Flora des Leithagebirges und am Neusiedlersee. Ed. 2. 1916. Graz.
53. RAPAICS, R.: Magyarország életföldrajzi térképe. (Biogeographische Karte von Ungarn.) Föld és Ember, **7.** (1927) sp. p. 1—7.
54. RECHINGER, K. H.: Floristisches aus der Umgebung des Neusiedler Sees. — Jahrb. Heil- und Naturw. Ver. in Bratislava f. d. J. 1933. Sep. p. 1—35.
55. SCHARFETTER, R.: Das Pflanzenleben der Ostalpen. 1938. Wien.
56. SOÓ, R.: A modern növényföldrajz problémái, irányai, irodalma. A növényszociológia Magyarországon. — Über die Probleme, Richtungen und Literatur der modernen Geobotanik. Die Pflanzensoziologie in Ungarn. — A Magyar Biológiai Kutatóintézet I. Osztályának Munkái. **3.** (1930) p. 1—51.
57. SOÓ, R.: Analyse der Flora des Historischen Ungarns. (Elemente, Endemismen, Relikte.)— A magyar flóra elemzése. (Flóraelemek, endemizmusok, reliktumok.) — A Magyar Biológiai Kutatóintézet I. Osztályának Munkái. **6.** (1933) p. 173—194.
58. SOÓ, R.: Floren- und Vegetationskarte des Historischen Ungarns. — A debreceni Tisza István Társaság Honismertető Bizottságának Kiadványai. **8.** 30 (1931—32 (1933)).
59. SOÓ, R. Növényföldrajz. (Pflanzengeographie). — Növénytan a pedagógiai főiskolák számára. 1953. p. 656—718. Budapest.

60. Soó, R.: Növényszövetkezetek Sopron környékéről. — Pflanzengesellschaften aus der Umgebung von Sopron. — Acta Geobot. Hung. **4.** (1941) p. 3—34.
61. Soó, R.—Jávorka, S.: A magyar növényvilág kézikönyve. (Handbuch der Pflanzenwelt Ungarns). 1951. Budapest.
62. Soó, R.: Javítások, pótlások, sajtóhibák jegyzéke Soó—Jávorka: A magyar növényvilág kézikönyve I—II.-hez. (Verbesserungen, Ergänzungen etc.) Budapest.
63. Tuzson, J.: Grundzüge zur entwicklungsgeschichtlichen Pflanzengeographie Ungarns. — Math. Naturw. Ber. aus Ungarn, **30.** (1913) p. 30—66.
64. Tuzson, J.: Magyarország fejlődéstörténeti növényföldrajzának főbb vonásai. — Math. Termtud. Ért. **29.** (1911) p. 558—589. (c. No. 63.)
65. Tuzson, J.: Magyarország növényföldrajzi térképe Simonkai Lajos hagyatékából. — Pflanzengeographische Karte Ungarns aus dem Nachlasse von L. Simonkai. — Bot. Közl. **9.** (1910) p. 288—289; (60), (61).
66. Vendl, M.: Sopron környékének geológiája. — Die Geologie der Umgebung von Sopron. — Erdészeti Kísérletek. **32.** (1930) p. 267—437.
67. Wagner, H.: Die Trockenrasengesellschaften am Alpenostrand. — Denkschr. Akad. Wiss. Wien. Math. Naturw. Kl. **104.** (1941) sep. p. 1—81.
68. Wendelberger, G.: Steppen, Trockenrasen und Wälder des pannonischen Raumes. — Angewandte Pflanzensoziologie. Festschrift Aichinger. I. (1954) p. 573—634.

ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ ГРАНИЦЫ ОКРЕСТНОСТИ Г. ШОПРОН И ФЛОРИСТИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ ЛАЙТАИКУМ

З. КАРПАТИ

Резюме

Исключительно интересная и разнообразная флора в окрестности г. Шопрон обусловливается тем, что на этой территории встречается несколько флористических областей. На западе от города простираются самые крайние отроги Восточных Альп, слагающиеся главным образом из кристаллических сланцев, или же из гравия и глинисто-мергелистых слоев, и покрытые характерной для ответвлений Альп флорой Норикума, среднеевропейского характера. На востоке же, где на кристаллические сланцы залегли слои известняка и извести лайды, наблюдается флора совершенно паннонского типа.

Если же исследовать границы флоры около г. Шопрон, то наблюдается, что горы Шопрон, простирающиеся на западе от г. Шопрон, следует всецело отнести к Норикуму, причем, они простираются в качестве ответвления горы Розалия вплоть до города. Эту гряду — которая впрочем в геологическом и горноструктурном ношениях относится к Альпам — с геоботанической точки зрения нельзя рассматривать как переход к Паннонику, то есть в преобладающей своей части как Пренорикум, а лишь как самый низкий отрог Альп, который в направлении к окраинам постепенно беднеет видами, и где наряду с членами доминирующей европейской группы элементов почти совершенно отсутствуют виды, столь характерные для паннонской флоры. На этой территории в долине Хидегвиз и в ее окрестности Picea является аборигенным видом, а на лугах и на краях лесов живет несколько горных элементов. Querceto-Carpinetum и Querceto-Luzuletum доминируют. На северной окраине гор произрастают большие каштановые леса. Характерным является то, что Calluna встречается во многих местах, и весьма часто можно найти также Vaccinium myrtillus даже на окраинах гор.

Остальная часть окрестности г. Шопрон относится к Паннонику. Берега озера Фертё вне всякого сомнения относятся в Аррабонику. Пренорикум, представляющий переход между Паннонику и Норикумом, на основе определения Гайера наблюдается только на юге от линии г. Шопрон, однако, не в характерном проявлении. Северная граница Пренорикума простирается от линии Варошлигет—Далошхедь по северному краю плато Харкаи и на севере от с. Бальфа до озера Фертё. Ввиду того, что в общем и целом речь идет о культурной области, то при определении граничной линии необходимо пользоваться геологической картой. Эта территория покрыта гравием и глиной, местами проявляется на поверхности гнейс. Она включает в себе плато Харкаи, на котором чередуются элементы флоры Норикума и Паннона. Реликты бывшей ассоциации Querceto-

Potentilletum albae чередуются степными пятнами. Переход представлен характернее и поразительнее всего Вершиной Харкаи, на западнем склоне и на вершине которой произрастает **Callunetum**, а в последнем **Pulsatilla nigricans, Potentilla arenaria** и т. д., а на восточном склоне **Quercetum pubescentis** вместе с **Lithospermum purpureo-coeruleum, Geranium sanguineum, Euphorbia polychroma**, но встречается также и **Viscaria vulgaris.**

На территории, простирающейся на севере от Норикума и Пренорикума в качестве основной породы доминирует известь лайды и известь. На этих породах образовалась растительность совершенно паннонского характера. Преобладающая часть территории покрыта кальцифильным дубовым лесом, переходящим в карстовый кустарник, но встречаются также небольшие пятна **Fagus**. Характерной для встречающихся на этой территории пятнах степи является ассоциация **Festucetum sulcatae-Caricetum humilis.** Данная территория носит настолько полный паннонский характер, что ее никак нельзя рассматривать как Пренорикум, а она представляет собой такой член Трансданубикума — в пределах Панноникума — который преобладающим образом носит паннонский характер. Однако, несколько видов растений, так напр. **Rhamnus saxatilis, Globularia cordifolia, Leontodon incanus, Buphthalmum salicifolium** документируют переход между известковой зоной Восточных Альп и Малыми Карпатами. Эту территорию, включающую в себе горы Лайда, гряду холмов вдоль озера Фертё и территорию между последними, автор определяет под названием Лайтаикум как четвертую флористическую область Трансданубикума. Автор отмечает при этом, что горы Хаинбург, возвышающиеся между вышеописанной территорией и Малыми Карпатами следует отнести скорее к Шопроникуму, то есть уже к Эв-Карпатикуму.

COMPARATIVE ALGOLOGICAL AND HYDROBIOLOGICAL STUDIES IN RICE FIELDS IN HUNGARY

By

ERZSÉBET KOL

National Museum of Hungary
Botanical Collection of the Museum for Natural Sciences

(Received 2. 11. 1954)

In Hungary, rice has been grown for several centuries. As some authors will have it, the Turks were the first to grow rice in the 16th or 17th century in the county Nógrád. L. BODOLA, however, holds that the first rice farmers were Italians settled in the Bánság in or around 1724. A real progress in the cultivation of rice has not set in in this country until some years ago, since when the number of fields has grown continuously, to reach more than 50 000 cad. yokes in the Great Hungarian Plain.

The present paper compares the microflora of rice fields differing in geographical situation, soil, and irrigation water. The pertaining investigations were begun in 1950, and care was taken to collect material from, and make local examinations in, the same rice fields for two or, possibly, a number of successive years. The most northerly parts of the area studied were the fields Borzas, Kónya, and Máta (cf. sketch map), growing rice on mostly alkaline land, and drawing water in part from the Hortobágy river, in part through canals from the Tisza river. Along the Tisza, rice fields north of Szolnok were involved in the investigations, viz., Nagy József, Halasi, and Varga ráta near Besenyszög, and Szepcsik near Homorszög, all of which are likewise alkali soils, and obtain water either from a brooklet called Mély or from the Tisza. The southernmost point of the area in question included rice fields in Békésszentandrás, Bika zug, Puszta Káka, and Puszta Királyság near Szarvas, all having alkali or loamy loess soils and utilizing water from the Hármas Körös and one of its back waters, respectively. In the most westerly part, rice farms near Sarkad were investigated which are on loamy loess and draw water from the Fekete Körös through the Gyepes canal. In addition, the microflora in rice fields along the Körös rivers was studied in four different districts, viz. : — near Mezőberény, in the farm of the Petőfi cooperative group these fields being established on alkali soil and obtaining water from the Kettős Körös ; near Kőröstarcsa, in the Rákosi cooperative group's farm on alkali and clay soils, with water from the same source ; near Kőrösladány, in the Állami and Szabó rice fields on alkali soils and with water from the Sebes Körös ; near Szeghalom, in the Iskola, Aranyi, and Szolga farms growing rice on alkali and clay soils and utilising water from the Berettyó river.

Collection of the material ; examinations involved

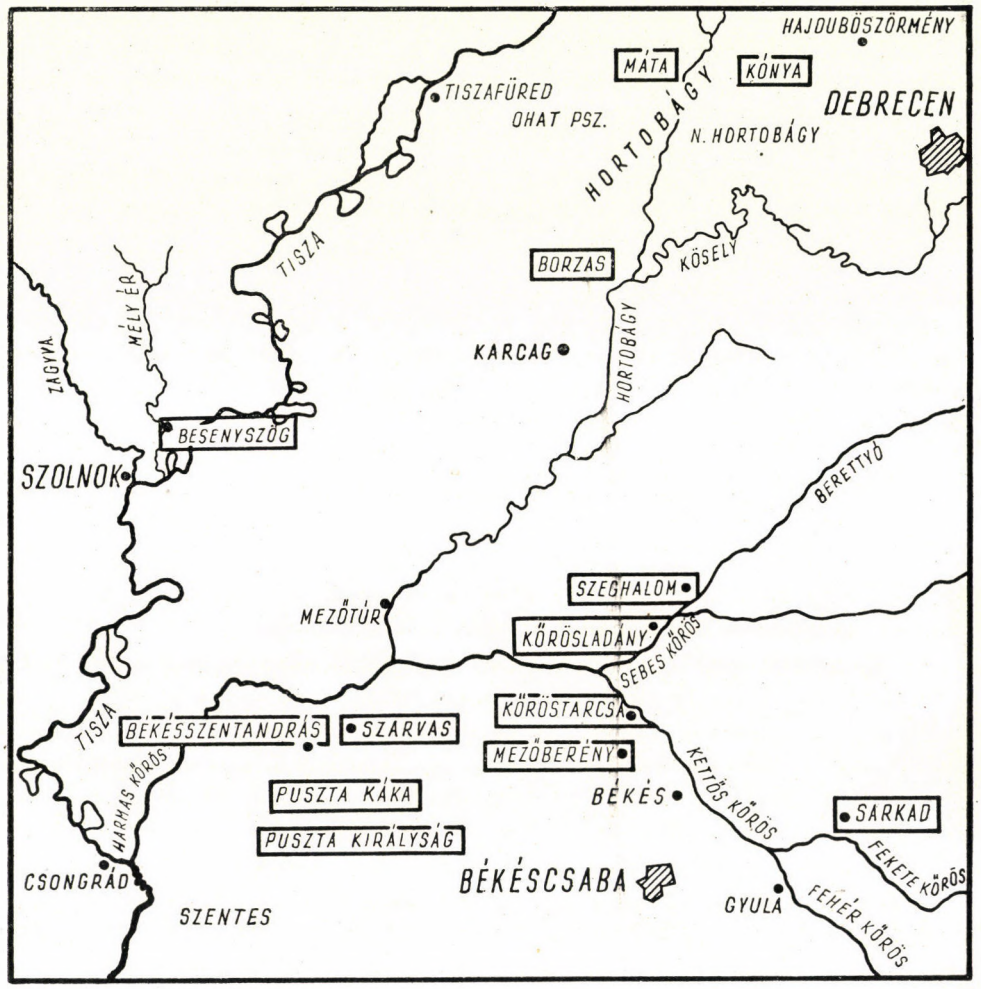
The major part of the material studied was simply scooped up, while the plankton was captured with a No. 25 Kolkwitz plankton net.

Hydrogen-ion concentration were determined on the spot, using a Hellige comparator.

The examinations were made in part on live material, in part on material fixed in 4 per cent formalin.

For the purposes of this paper, the material preserved in glass tubes and deposited in the Algotheca attached to the Botanical Collection of the Museum for Natural Sciences of the National Museum of Hungary have been worked up ; the tubes are registered in the Algotheca under the following numbers : for the Hortobágy, 68—88, 103—113, 122—143, 174—177, 180—

206/1951; for Besenyszög, 565—631/1951, 276—314/1952, 541—582/1952; for Sarkad, Mezőberény, Kőröstarcsa, Kőrösladány, and Szeghalom, 471—532/1952, 583—633/1952, 161—424/1953; for Szarvas, 420—560/1950, 426—543/1951.



Scetch map of the rice-producing area studied

Characteristics of the biotopes

Rice fields constitute artificial biotopes of an exceedingly peculiar character. The microbiocoenosis in them is the association of two microorganisations : that of the water and that of the soil. These two organisations are different, yet they are not independent of each other. The biocoenotic life in the water is restricted to from 4 to 6 months in the year, beginning with the sowing (in April and May) and ending with the drainage of the irrigation water prior to the harvesting season (at the end of August or in September). Microbiocoenotic life in the soil, on the other hand, can be observed throughout the year. Biocoenotic life in general is influenced by a number of characteristic, peculiar, external and internal factors.

As regards aquatic biotopes, two different types of them can be distinguished in rice fields. One is that of the water of the plots, the other that of the water in the ditches. The former must be in continuous gentle streaming to make up for losses by evaporation, seepage, and flow. And yet, the microflora in it is of the stagnant-water type, because the irrigation water between the ditches is never in lively motion, except at the initial floodings and when being drawn off.

Rice growing requires calcareous soil, and is a means by which to improve alkali soils ; these are facts of which, too, account must be taken in studying algal vegetation in rice-growing areas.

Being but a few inches deep, the water over rice fields turns turbid readily. Although mostly quite clear and transparent in calm weather, a slight wind or any fretting of the surface can be sufficient to muddy it ; every reflooding is of course of the same effect. After initial floodings it not infrequently takes weeks for the water to clarify. Until shaded by the growing rice plants the microflora of irrigation water is fully exposed to sunlight.

Since the water overflowing rice fields is shallow, its temperature fluctuates with that of the air, the same as is the case with every shallow body of water. The daily fluctuation is sometimes as much as 20 °C. Upon the development of the microbiocoenosis of the irrigation water temperature exerts no greater influence than is usually observed in other shallow cold-water biotopes. Nor do the changes which take place periodically in the association of microorganisms in water for rice irrigation, differ in any way from those passing off in other shoal stagnant waters. The greater part of the biocoenotic life in this water is lived in the warm summer period.

In Table 1 the final values are presented for the temperature measurements and pH determinations made in different rice fields in different years. These show that changes in water temperature are direct functions of changes in air temperature, the former following the latter within a few hours. But while with a rise in air temperature water temperature invariably remains a few deg-

rees below it, the temperature of the water, which cools more slowly, is always some degrees above that of the air when the latter is sinking.

On days following a cooler one, or a chilly night, the difference between the temperature of the air warmed up rapidly by the sun and that of the water, which had been cooled down, may be as much as 10 °C.

In following the changes in the temperature of the air, water takes more time in cooling than in warming. Therefore, on a cool day following a warmer one the cooling process is a slower one, and then the temperature of the water and the air may be the same for several hours.

The temperature of the water even in the same plot of a rice field is not the same over its entire area. In its parts shaded by the macro- and microflora the water may be of a temperature several degrees lower than in the others (cf. Table 1).

Hydrogen-ion concentration of irrigation water and its effect on the vegetation

The quality of the water in rice fields depends primarily on the given soil conditions and the quality of the water available for irrigation. In its chemism it is of course strongly influenced by the various means of fertilization, and modified by the biocoenotic life cycle.

The pH value of the water over the individual rice plots is exposed to constant changes. Frequently, it is different even in adjoining plots. The pH value of the irrigation water was on several occasions observed to change within a relatively short period of time.

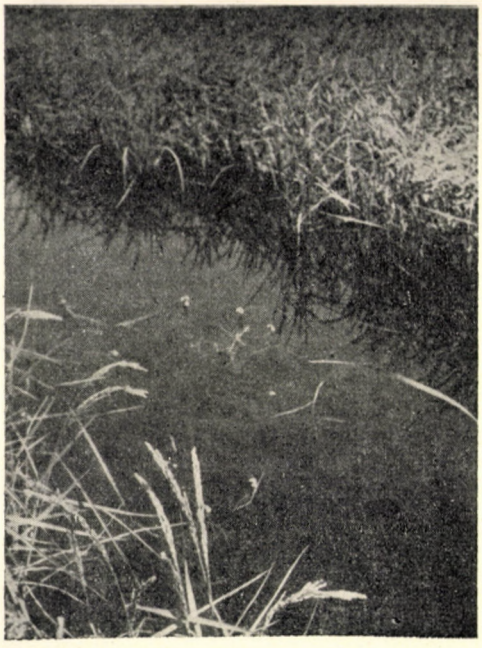
Hydrogen-ion concentration in the water over the rice and in the canals usually fluctuates between 7 and 9. In the spring, when the fields are being flooded and there is rainfall, it is nearer to 7. In the autumn, it rises to 10, or even 11, in the water of the residual pools and the canals, i. e., greatly exceeds the pH value in the water used for flooding. This phenomenon is probably related to the soil conditions and alkalinity, respectively. In the Állami rice farm near Kőrösladány, where the pH of the canal water varied between 9 and 10 and that of the water over the rice between 7 and 8, a value of 10 was measured on September 15, 1953, and even above 10 in pools in which there developed characteristic waterblooms of Euglena species. In the Aranyi rice farm near Szeghalom, the pH value of the canal water was found to be 10 on October 17, 1953, when that of the water over the rice was 7,3 (cf. Table 1).

However, the pH of the water over the rice is not invariably lower than that of the irrigation water. For example, in the rice farm next to the sugar factory in Sarkad the pH of the canal water was determined as 10. In 1952 and 1953, on the other hand, pH-s of 8, and even 10, were measured in waters over rice, where these waters were covered with *Najas* vegetation.

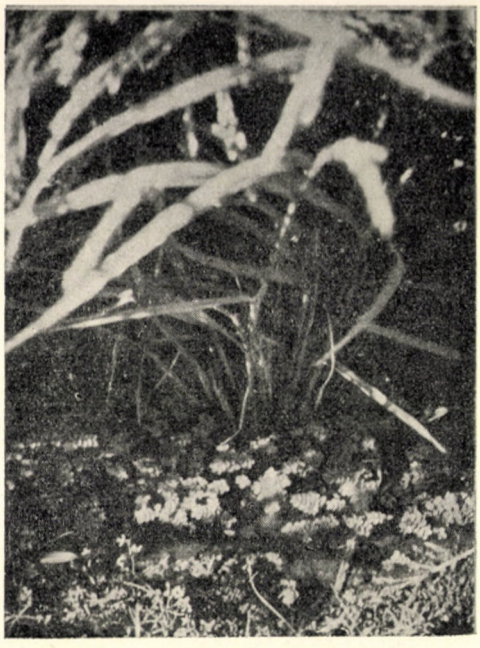
Tabelle I

Comparative data on temperature and pH measurements made on the individual rice fields in four consecutive years

Situation and designation of rice field	1950					1951					1952					1953				
	When collected	Air temperature in °C	Water temperature in °C	pH of water: Over rice plants	pH of water: In canals	When collected	Air temperature in °C	Water temperature in °C	pH of water: Over rice plants	pH of water: In canals	When collected	Air temperature in °C	Water temperature in °C	pH of water: Over rice plants	pH of water: In canals	When collected	Air temperature in °C	Water temperature in °C	pH of water: Over rice plants	pH of water: In canals
Szeghalom (Com. Békés)																				
Iskola	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9, 7	30	27	7, 2	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17, 10	18	—	7,4—8	—
Aranyi	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9, 7	30	27	7,1—7,3	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17, 10	—	—	7, 3	10
Szolga	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9, 7	30	27	7, 3	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17, 10	—	—	8	—
Szarvas district (Com. Békés)																				
a) Békésszentandrás	20, 7	26—32	25—66	7—8	9	5, 7	19	25	7, 5—8	8, 2										
	24, 8	26	21	7, 7	—	7, 5	26	26	8, 2	—										
						9, 10	8—13	11	8, 5	—										
Egri group	24, 8	26	21	7,5—7,7	—	7, 7	—	—	8	—										
						12, 10	13	14	8	9										
By bridge	24, 8	26	21—25	7, 7	—	7, 7	26	26	8	—										
b) Bika zug	26, 8	26	24	7,5—7,7	—	8, 7	26	26	8	9										
						11, 10	—	12	8—9	—										
c) Puszta Káka Old part	21, 7	26	25	7, 5	8	6, 7	21	18—22	7,5—8	—										
						10, 1	5	—	7,5—9	9										
New part	21, 7	26	21—26	7,4—7,6	8	6, 7	21	18—22	7,5—8	—										
						10, 10	1	3	7,5—8,5	9										
d) Puszta Királyság (Com. Csongrád)	25, 8	—	22	7,5—9	9	6, 7	21	18—22	7,5—8	8,5										
						10, 10	10	14	9	—										
Besenyszög (Com. Szolnok)																				
Halasi	—	—	—	—	—	18, 7	26	23	7,5—7,6	8	10, 6	—	—	8,5	—	17,7	—	—	8	8
											18, 9	20—23	18	8—9	—	—	—	—	—	—
Nagy József	—	—	—	—	—	16, 7	—	23	7,5—8	8	18, 9	20	18	8,5	—	16,7	—	—	8	8
						4, 10	—	14	7,5—8	—										
Homorszög: Szepcsik	—	—	—	—	—	17, 7	22—27	22—24	7,5—8	8	19, 9	15—20	16—18	7,5—9	—	—	—	—	—	—
						5, 10	11	15	7,6—9	—										
Varga ráta	—	—	—	—	—	17, 7	27	24	7,6—8	8	11, 6	—	—	7,5—8	8	16, 7	—	—	7,5	7,5
						5, 10	11	15	7,6—8,5	—	20, 9	12	12	8,5—9	—	—	—	—	—	—
Hortobágy (Com. Hajdu)																				
Borzas	—	—	—	—	—	31, 7	25	23	7,8—8,1	8,1										
						26, 9	17	16	7,5—9	—										
Kónya	—	—	—	—	—	17, 5	17	17	8,6	8										
						30, 7	33	26	7,8—8,5	8,1										
						25, 9	17	15	8,5—9	—										
Máta	—	—	—	—	—	17, 5	17	17	8	—										
Kőrösladány (Com. Békés)																				
Állami	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22, 8	30	25	7,8—7,9	8,2	11, 7	—	20	7—7,3	—
																5, 9	—	—	7—8	9—10
Szabó	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22, 8	30	25	8,8	—	5, 9	—	—	7,3	7,5
Kőröstarcsa (Com. Békés)																				
Állami	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23, 8	—	20	7,8—8	9	—	—	—	—	—
											18, 10	12	11	7,2—8,5	9	—	—	—	—	—
Rákosi	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23, 8	18	17	8—8,5	8	10, 7	26—30	26	7,5	—
								—	—	—	18, 10	10	4	7,8—8,2	9	4, 9	20—28	10—25	7,4—9	—
								—	—	—	—	—	—	—	—	16, 10	27	—	8,5—9	—
Mezőberény (Com. Békés)																				
Petőfi	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25, 8	—	17	7,9—8,1	8	10, 7	26—30	26	7,3—7,5	8
								—	—	—	—	—	—	—	—	4, 9	20—28	10—25	7,3—7,5	7,4
								—	—	—	—	—	—	—	—	16, 10	20	15	7,5—8,5	8,8
								—	—	—	18, 10	6	3	8—8,2	—	—	—	—	—	—
Sarkad (Com. Békés)																				
Cukorgyár	23, 7	—	26	7, 5	—	—	—	—	—	—	21, 8	29	25	8,5—9	—	8, 7	28	26	7,5—9	7,5
								—	—	—	17, 10	17	12	7,4—8	7,5	3, 9	—	—	7,4—10	7,5



1



2

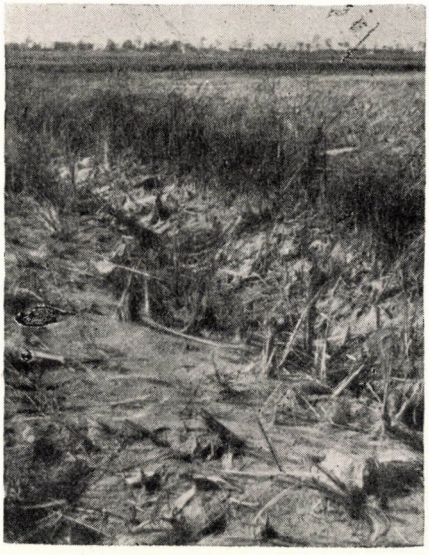
3

4

Photo 1. Utricularia vulgaris vegetation on margin of rice field in Puszta. Káka. *Photo 2. Salvinia natans* vegetation in rice in Békésszentandrás. *Photo 3. Najas* vegetation in Sarkad. *Photo 4. Marsilea quadrifolia* vegetation on margin of rice field in the Borzas farm on the Hortobágy

5

6



7

Photo 5. Matured rice plants immediately before the harvest in August, in Békésszentandrás
Photo 6. Drained rice field ; harvesting in August near Békésszentandrás
Photo 7. Rice field in October near Mezőberény, with network of *Cladophora* entangled on plants

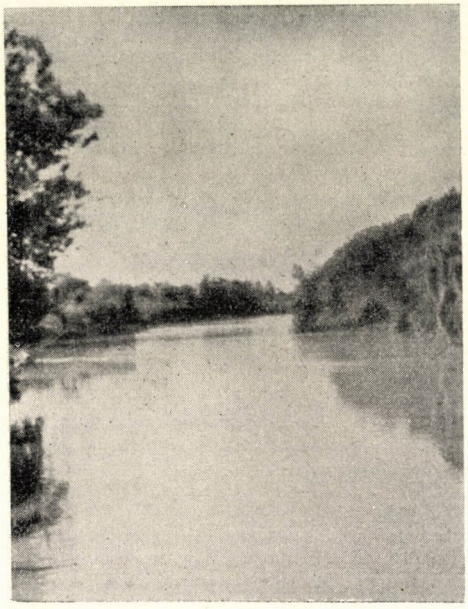
8 9

Photo 8. Gloeotrichia natans vegetation, Hortobágy
Photo 9. Cladophora fracta vegetation, Hortobágy

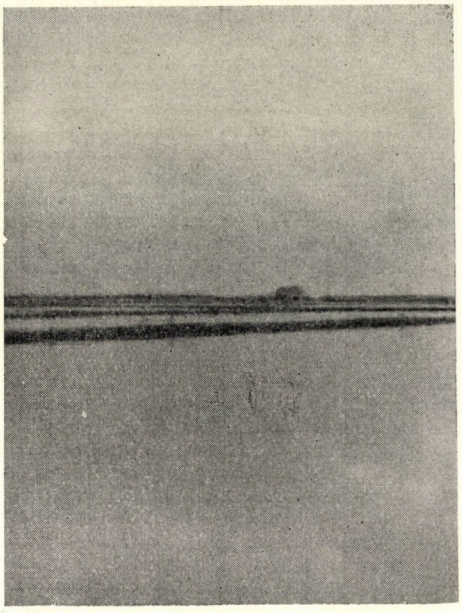
The pH values of the irrigation water can be shown to change in dependence on the distances it covers. For example, on July 20, 1953, in a dead-water branch of the Hármas Körös near Szarvas (Photo 10), serving as the source of supply for rice irrigation, the pH was 9 ; further away, at Békésszentandrás, where the pumping plant is stationed, it was 8,7 ; still further away, at some points in the major canals it ranged from 8 to 8,5 ; while in the water over rice remote from the canals a pH of 7,5 was measured.

But the pH value of water over rice may differ not only in relation to the pH of canal water, but also relative to that of other waters in the vicinity. E. g., on July 31, 1951, the pH of the water over rice in the Borzas farm was found to vary between 7,8 and 8, while that of the Hortobágy river was 8,2, and the pH value of the nearly well ranged from 7,3 to 7,7. A similar situation was met with on September 5, 1953, in the Szabó farm near Kőrösladány, where the water over rice had pH 7,3 to 7,5, and the pH of the water in the adjoining reedy marsh was 8,2. For differences in the pH value of waters over individual rice plots, differences in fertilization methods and the vegetation itself may be just as much responsible as are differences in the soil conditions.

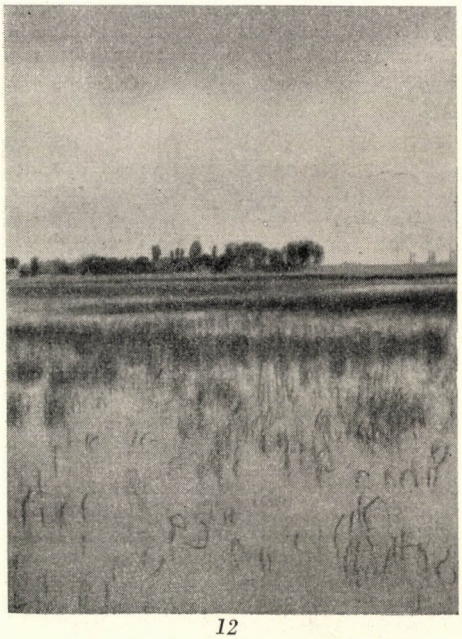
The hydrogen-ion concentration in the water exerts an effect on both the micro- and the macroflora. With similar pH-s, similar macro- and micro-



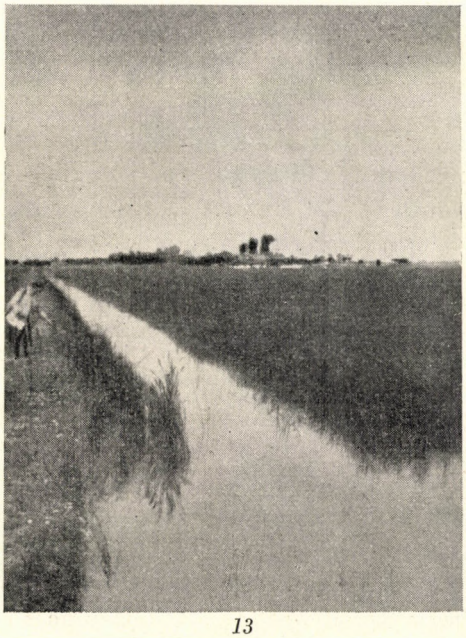
10



11



12

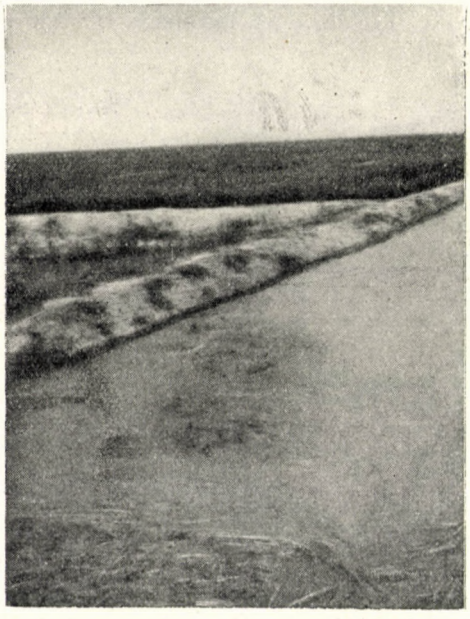


13

Photo 10. Backwater of the Hármas Körös displaying *Aphanizomenon flos aquae* waterblooms; source of the irrigation water for the rice fields near Szarvas
Photo 11. Kónya rice farm on the Hortobágy, with the fields freshly flooded after sowing in May
Photo 12. Rice field near Békésszentandrás in July
Photo 13. Rice field in Puszta Káka in July

14

15



16

Photo 14. *Elatine alsinastrum* vegetation in Puszta Káka

Photo 15. Major canal overgrown with *Marsilea quadrifolia* vegetation; section in the Borzas rice farm on the Hortobágy

Photo 16. Mass of filamentous green algae in corner of rice field in the Borzas farm on the Hortobágy

17

18

Photo 17. Major canal in Szeghalom, dried out and showing *Vaucheria* vegetation in October
Photo 18. Botrydium granulatum vegetation on damp ground of rice field in Szeghalom

vegetations, respectively, are encountered. With a view to proving this statement we submit the following.

Measurements made at different dates in rice fields overgrown by different aquatic vegetations

		°C	PH
Najas minor (p. 313, Photo 3)			
Békésszentandrás	7, 7, 1951	26	8
«	9, 10, 1951	11	8
Puszta Káka	10, 10, 1951	12	8
Sarkad	21, 8, 1952	25	8 to 10
Utricularia vulgaris (p. 313, Photo 1)			
Puszta Káka	21, 7, 1950	26	7,5
Puszta Királyság	6, 7, 1951	22	8
Békésszentandrás	9, 10, 1951	11	8,5
Hortobágy : Borzas	31, 7, 1951	23	8
Lemna			
Szarvas : Bika zug	26, 8, 1950	23	7,5
Békésszentandrás	7, 7, 1951	26	8
Puszta Királyság	6, 7, 1951	22	8
Elatine alsinastrum (p. 314, Photo 14)			
Puszta Királyság	25, 8, 1950	22	8,5
« «	6, 7, 1951	17	7,5
Sarkad	17, 10, 1952	15	7,5

Marsilea quadrifolia
(Photo 4, 15)

Puszta Királyság	6, 7, 1951	22	8
Besenyszög : Varga ráta	17, 7, 1951	23	8
« Szepcsik	5, 10, 1951	15	7,6
« Varga ráta	11, 6, 1952	15	7,5
Hortobágy : Borzas	31, 7, 1951	23	8
« «	26, 9, 1951	17	7,8
Sarkad	21, 8, 1952	25	8
«	17, 10, 1952	12	8

Salvinia natans
(Photo 2)

Békésszentandrás	24, 8, 1950	21	7,5
Szarvas : Bika zug	26, 8, 1950	22	7,6

Chara

Sarkad	23, 7, 1950	26	7,5
Szarvas : Bika zug	26‘ 8, 1950	24	7,6
Puszta Királyság	6, 7, 1951	22	8
Puszta Káka	6, 7, 1951	23	8
« «	10, 10, 1951	12	8
Békésszentandrás	7, 7, 1951	26	8
Besenyszög : Nagy József	16, 7, 1951	23	8
« Varga ráta	17, 7, 1951	24	7,8
« Szepcsik	5, 10, 1951	15	8,5
Hortobágy : Kónya	30, 7, 1951	26	8,3
« Borzas	31, 7, 1951	23	8
« «	26, 9, 1951	16	8,5
Kőrösladány	22, 8, 1952	24	8
Kőröstarcsa	23, 8, 1952	17	8,5
«	18, 10, 1952	11	8

Gloeotrichia natans
(Photo 8)

Békésszentandrás	20, 7, 1950	25	7,4 to 8
Szarvas : Bika zug	8, 7, 1950	26	8
« « «	9, 10, 1950	11	8,5
Sarkad	23, 7, 1950	26	7,5
Puszta Királyság	6, 7, 1951	22	8
Besenyszög : Nagy József	16, 7, 1951	23	8
« Varga ráta	17, 7, 1951	24	7,8
« Halasi	18, 7, 1951	23	7,7
Hortobágy : Kónya	30, 7, 1951	26	8
« Borzas	31, 7, 1951	23	8
« «	26, 9, 1951	16	8,5
Kőröstarcsa	23, 8, 1952	17	8,5
«	10, 7, 1953	26	7,5
«	4, 9, 1953	10 to 25	7,4 to 8,5
«	16, 10, 1953	25	8,5

Hydrodictyon reticulatum

Puszta Királyság	25, 8, 1950	24	7,5
Szarvas : Bika zug	11, 10, 1951	12	8
Puszta Királyság	6, 7, 1951	22	7,5 to 8

Filamentous green algae — *Cladophora fracta*
(Photo 7, 9, 16)

Békésszentandrás	10, 7, 1950	25	7,3
Szarvas : Bika zug	26, 8, 1950	26	7,6
Puszta Káka	21, 6, 1950	26	7,6
« «	9, 10, 1951	12	8
Puszta Királyság	25, 8, 1950	22	7,5
« «	6, 7, 1951	22	7,5
« «	9, 10, 1951	11	8,5
Békésszentandrás	7, 7, 1951	25	8
Besenyszög : Nagy József	16, 7, 1951	23	7,6
« Szepcsik	17, 7, 1951	24	7,5
« Varga ráta	17, 7, 1951	23	7,7
« Halasi	18, 7, 1951	24	7,7
Hortobágy : Kónya	30, 7, 1951	26	7,8
Sarkad	21, 8, 1952	25	8,5
«	17, 10, 1952	13	7,5

These data, resulting as they do from measurements made on different dates at different points remote from one another, show that from among the aquatic plants phanerogamic there appeared in large masses members of the *Najas* genus, at pH 8 (9—10) ; *Utricularia vulgaris*, at pH 7,5 to 8 ; and *Elatine alsinastrum*, at pH 7,5 to 8,6.

As concerns aquatic plants cryptogamic and the microvegetation, the following forms were encountered at the following pH values of the water : *Marsilea quadrifolia*, at 7,5 to 8 ; *Salvinia natans*, at 7,5 to 7,6 ; *Riccia fluitans* fo. *aquatica frons*, at 7,5 to 7,7 ; members of the genus *Chara*, at 7,5 to 8,5 ; *Gloeotrichia natans*, at 7,4 to 8,5 ; *Hydrodictyon reticulatum*, at 7,5 to 8,5 ; *filamentous* green algae *(Cladophora fracta)*, at 7,3 to 8,5 ; various species of the family *Desmidiaceae*, at 7,4 to 7,6 ; iron bacteria, at 7,4 to 7,6 ; and *Euglena* sp., at 8 to 9 (10).

In the following, four diagrams are presented to show the effect exerted by changes in the hydrogen-ion concentration of the water upon the growth and proliferation of algal species living in masses in some of the rice fields studied.

It can be seen that the different *Spirogyra* species find the conditions which are most favourable for their life and proliferation, at different pH values. The curve for *Sp. crassa* attains its peak at pH 7,5, whence it gradually declines but not as abruptly as that for *Sp. decimina* or *Sp. stictica*. The *Sp. stictica* curve rises steeply from pH 7 onwards, attains its maximum at 7,5 to 8 and keeps its level, to begin declining at about pH 8,5. The curve for *Sp. decimina* shows most profuse growth at pH 7,5, keeps fairly on the same level, to gradually descend from about pH 9 onwards.

Obviously, these three *Spirogyra* species characteristic of rice fields thrive best when the pH of the water is of the average value. The water of low pH used in spring flooding and that of high pH in the autumn, are not favourable for their growth. The diagram (Fig. 44) which shows the seasonal appearance of these species corroborate these findings.

The water over the rice is frequently overgrown by masses of filamentous green algae several square meters in extension, and they may cause serious damage to the crop. Their bulk consists of *Cladophora fracta*. Their growth attains its maximum at pH 7,5 to 8,5, i. e., at the average pH of the water, like the *Spirogyra* sp.

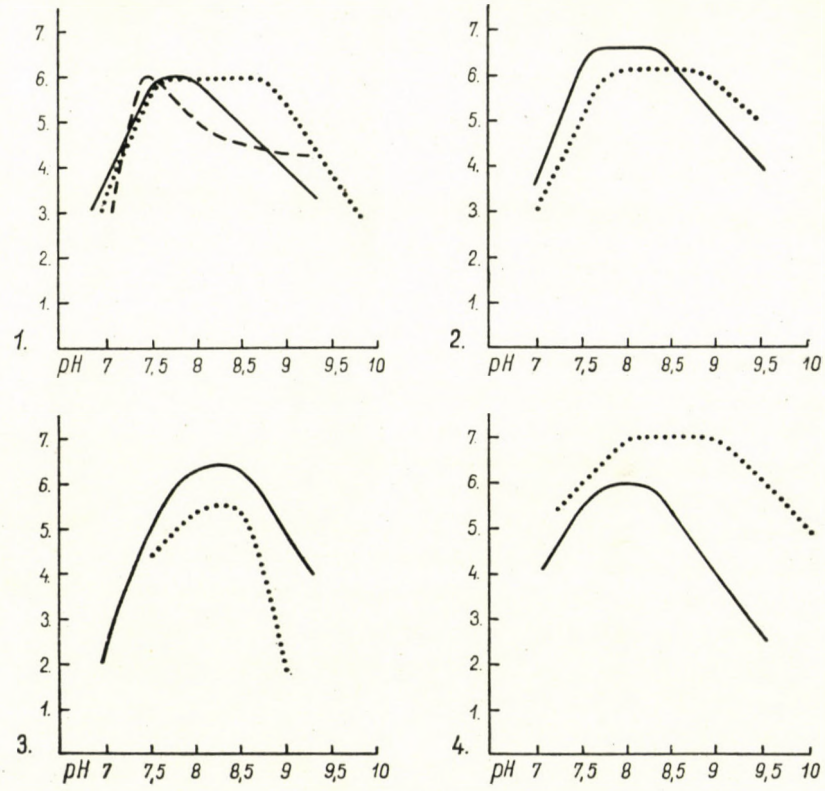


Fig. 1. Changes in the abundance of *Spirogyra crassa* (------), *Sp. decimina* (. . . . . .), and *Sp. stictica* (———) due to fluctuations of the pH value in the water*

Fig. 2. Changes in the abundance of filamentous green algae (———) and *Oedogonium oryzea* (. . . . . .) due to fluctuations of the pH value in the water

Fig. 3. Changes in the abundance of *Gloeotrichia natans* (———) and *Gl. raciborskii* (. . . . . .) due to fluctuations of the pH value in the water

Fig. 4. Changes in the abundance of *Hydrodictyon reticulatum* (———) and *Euglena proxima* (. . . . . .) due to fluctuations of the pH value in the water

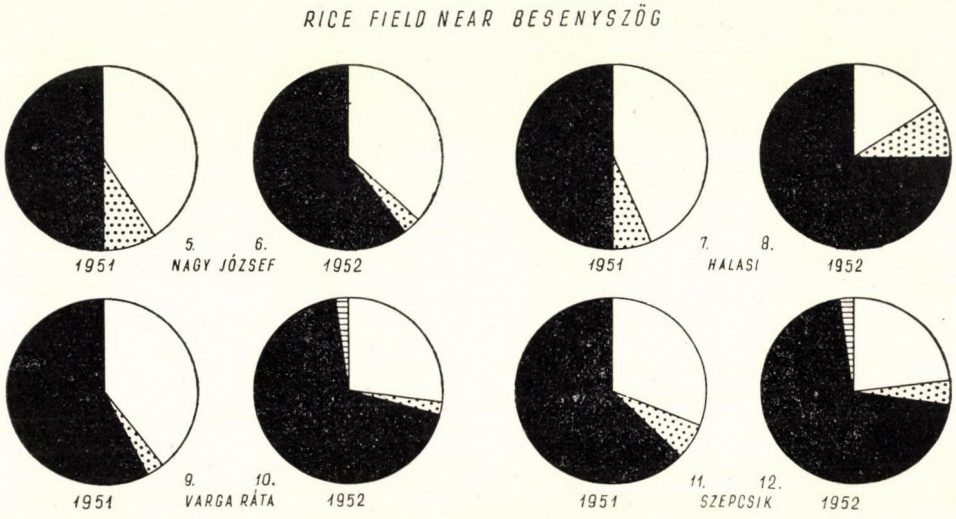
Oedogonium oryzae, another microorganism concurrent with rice, is most abundant in the pH range from 8 to 9.

Both these species, distinctive of mass vegetation in rice fields, thrive optimally in waters of pH 8 to 8,5, but in the rice fields in Hungary *Gloeotrichia raciborskii* is less abundant than the other *Gloeotrichia* sp.

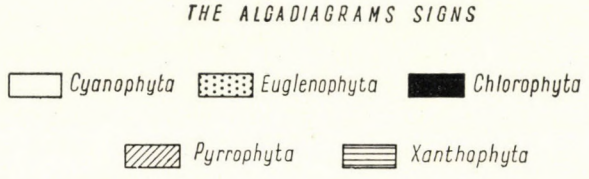
* 1 = very few individuals ; 2 = few individuals ; 3 = fairly many individuals ; 4 = many individuals ; 5 = very many individuals ; 6 = encountered in masses ; 7 = encountered in vast masses, forming water bloom

Hydrodictyon reticulatum grows most profusely in the pH range from 7,8 to 8,3, but in small numbers it also occurs in waters of a lower or higher pH value.

Euglena proxima, distinctive of rice fields, is mostly harboured on pools forming water blooms at pH 8—9 (10) after drainage of the irrigation water, but is likewise encountered in waters of lower or higher pH values.



Figs. 5 to *12*. Proportion of individual species in the algal associations of rice fields near Besenyszög



Comparison of the algal vegetation in different rice fields

The effect of the changes in the natural conditions exerted upon the microvegetation in rice fields reflects itself clearly in the formation of algal association. Two different microassociations live in rice fields : one in the water, the other one in the soil, none is independent of the other, both act upon the growing rice plants, which in turn react upon the entire microbiocoenosis.

Nor is the microassociation in the water uniform. On the contrary, the association in the water over the rice is mostly one distinctive of stagnant waters, and differs in every respect from that in canal water. The water in the ca-

nals is always of a pH nearer to that of the irrigation water used for flooding, and a few degrees colder than the water over the plants.

By far the major part of the microassociation in the water consists of the plankton. Epiphytic associations growing on the macrovegetation have a significant part to play, but members of the benthos are poorly represented. Not infrequently, rice fields are overgrown by diverse *Elatine*, *Chara*, *Najas*, *Utricularia*, *Myriophyllum*, *Potamogeton*, *Ceratophyllum*, and other plant species, with a rich epiphytic microvegetation settled on them. Benthos formation is primarily dependent upon the nature of the bed. On the one hand, the bed is a surface, which is constantly moved, on the other, it is in most cases covered by an abundant macrovegetation impeding the formation of the benthotic algal association.

Biocoenotic life in the water over the rice is of short duration, extending over 4 to 6 months in all, and ending with the drainage of the irrigation water prior to the harvesting of the rice. At that time, the overwhelming part of the aquatic microorganisms either perishes or forms spores in attempts to pull through the dry and cold period unfavourable for its existence. In Hungary, the harvesting season begins at the end of August, and occasionally is still on in October. The sowing as well as harvesting seasons may shift in dependence on the weather conditions.

It often happens that within the same vegetation period the water is drawn off the rice fields, which are then reflooded. By each flooding, and after every rainfall, the water over the rice becomes markedly diluted, and this of course invariably upsets the chemical equilibrium and the nutritional household of the whole biotope.

In Table 2 are briefly summarized the results of the investigations made in the years 1950, 1951, 1952, and 1953 in rice fields in different areas : Hortobágy, Besenyszög, and various parts of the county Békés : Mezőberény, Kőrös-tarcsa, Kőrösladány, Szeghalom, Sarkad, and Szarvas. Only 120 algal species and 2 iron bacteria, which are most frequently encountered in, and highly distinctive of, our rice fields have been incorporated in this list. This in no way means that only as many forms of plant microorganisms live in these waters. The number of algal species detected in material collected in 1950 and 1951 near Szarvas was 228 (KOL, 1954), which proves how rich in species the algal vegetation of rice fields in Hungary is.

For comparative purposes, it is well to note that up to the present time 530 algal species have been mentioned from the Lake Balaton (ENTZ—KOTTÁSZ—SEBESTYÉN, 1942; KOL, 1938 ; NAGY 1939 ; HORTOBÁGYI 1950) ; 123 species from the Lake of Velence (HALÁSZ 1940) ; 66, from the lake at Veresegyháza (PALIK 1934) ; 56, from the lake at Puszta Szent Jakab (PALIK 1934) ; 123 from the Cserepessor lake (KOL 1931) ; 218, from a backwater of the Tisza river at Nagyfa near Szeged (HORTOBÁGYI, 1939) ; 117, from diverse alkaline waters in the county Békés (KISS, 1939) ; 40, from the Nagysós pond at Kiskunhalas ; and 18, from the Fehér lake (SZABADOS, 1952). The *Bacillariophyta* are not included in these lists. These data show that among the stagnant waters of Hungary so far studied, the algal vegetation of rice fields ranks among those most rich in species.

Of the temperatures and pH values measured while collecting, only the two extremes are given in Table 2.

This table also reveals that the microvegetation is very variegated and differs greatly even in rice fields which draw their irrigation water from the same source.

Some algal species have been encountered in from minor to major masses in rice fields situated in most, if not all, of the five areas studied by us. These species are : — *Chroococcus minutus*, *Merismopedia punctata*, *M. tenuissima* (Plate 1, photo 14), *Anabaena catenula*, *Cylindrospermum stagnale* (Plate 1, photo 9), *Gloeotrichia natans* (Plate 1, photo 3), *Lyngbya limnetica*, *Oscillatoria acutissima*, *Spirulina maior* (Plate 1, photo 11), *Euglena proxima* (Plate 1, photo 8), *Phacus pleuronectes* (Plate 1, photo 16), *Characiochloris epizootica* (Plate 1, photo 13), *Eudorina elegans*, *Pandorina morum*, *Volvox aureus* (Plate 1, photo 18), *Ankistrodesmus falcatus*, *Coelastrum microporum*, *Dictyosphaerium ehrenbergianum*, *Hydrodictyon reticulatum* (Plate 1, photo 19), *Pediastrum boryanum* (Plate 1, photo 10), *P. duplex* (Plate 1, photo 2) and its variations, *P. tetras*, *Scenedesmus bijugatus*, *Sc. quadricauda*, *Cladophora fracta* (Plate 2, photo 11), *Rhizoclonium hieroglyphicum*, *Oedogonium oryzae*, *Closterium leibleinii*, *Cl. moniliferum*, *Cosmarium angulosum*, *Co. granatum*, *Co. meneghinii*, *Co. rectangulare*, *Co. subcrenatum*, *Spirogyra catenaeformis*, *Sp. crassa*, *Sp. decimina* (Plate 2, photo 13), *Sp. nitida*, *Sp. setiformis*, (Plate 2, photo 9), *Sp. stictica* (Plate 1, photo 17), and others.

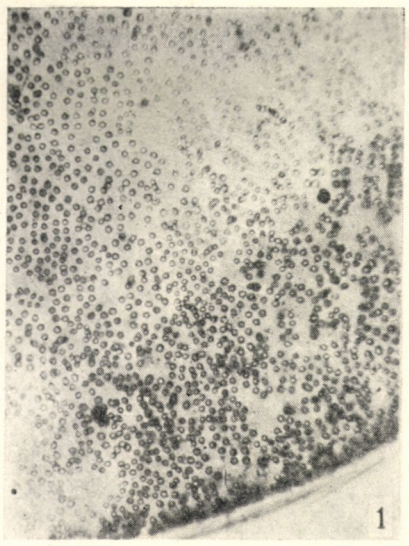
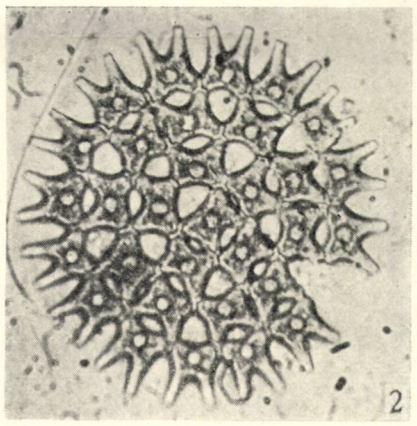
Some algal species rather rare in occurrence have only been found in one or two of the rice fields investigated : *Nodularia spumigena* (Plate 1, photo 4) were only encountered in Besenyszög and the Hortobágy ; *Gloeotrichia pisum*, in the Hortobágy and Szarvas ; *Lyngbya maior*, in Besenyszög and Kőröstarcsa ; *Spirulina jenneri*, in Mezőberény, Kőröstarcsa, and Szarvas ; *Phacus longicauda*, in Szeghalom, Kőrösladány, and Szarvas ; *Tetraspora gelatinosa* (Plate 1, photo 1), in Szeghalom, Kőröstarcsa, and Szarvas ; *Microspora stagnale* (Plate 1, photo 6), in the Hortobágy and Besenyszög ; *Oedogonium rufescens*, in Besenyszög and Szarvas ; *Desmidium aptogonum* (Plate 2, photo 8), in Szarvas ; *D. swartzii* (Plate 1, photo 12), in Kőröstarcsa and Szarvas ; *Euastrum spinulosum*, in Kőrösladány and Szarvas ; *E. verrucosum*, in Besenyszög, Szeghalom and Kőröstarcsa ; *E. germanicum*, in Besenyszög and Szarvas ; *Sphaerozosma vertebratum*, in Sarkad and Szarvas ; *Staurastrum punctulatum*, in Kőrösladány and Szarvas ; *Mougeotia laetevirens*, in Besenyszög and Szarvas ; *M. parvula*, in Szarvas ; *Zygnema cruciatum*, in the Hortobágy and Kőrösladány ; *Z. pectinatum* (Plate 2, photo 3), in the Hortobágy, Mezőberény and Kőrösladány ; *Tribonema affine* (Plate 2, photo 12), in Szarvas ; *T. elegans*, in the Hortobágy and Szarvas.

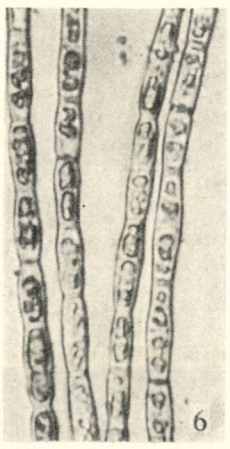
The algal vegetation of the rice fields studied included several members that are frequent in alkaline waters of the country. *Chroococcus minutus* was found in fields on the Hortobágy, and near Besenyszög, Kőrösladány, and Szarvas. *Spirulina maior* was encountered in several places, and *Euglena proxima* was observed to be the characteristic aquatic autumn plant in alkaline waters and residual puddles on rice fields. *Pandorina morum*, *Closterium acerosum*, *Cl. lanceolatum*, *Cl. leibleinii*, *Cosmarium granatum*, *Co. sexangulare*, *Co. meneghinii*, *Co. botrytis*, and *Cladophora fracta* are the chief constituents of the masses of filamentous green algae overgrowing our alkaline lakes, but are not infrequently interspersed with *Coelastrum microporum*, *Oedogonium rufescens*, *Pediastrum boryanum*, *P. duplex* var. *genuinum*, *Rhizoclonium hieroglyphicum*, *Scenedesmus quadricauda*, *Sc. obliquus*, *Sc. bijugatus*, *Spirogyra catenaeformis* and *Sp. decimina*.

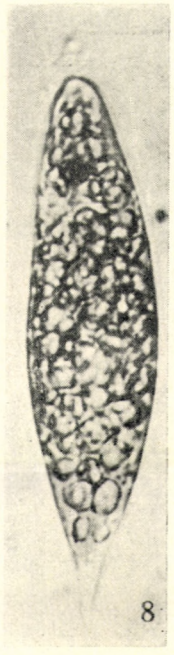
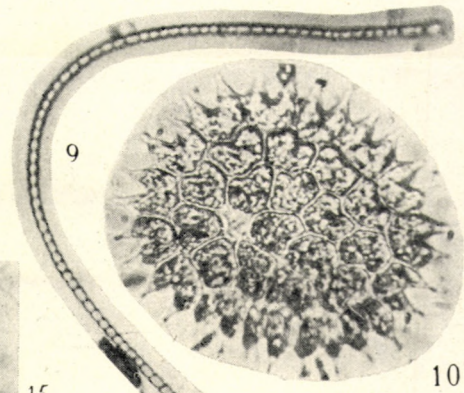
Desmidiaceae species are relatively more in number in the rice fields than in other stagnant waters in the Great Hungarian Plain. So far, 80 different species have been identified in water over rice. Some of them, e. g., *Closterium leibleinii*, *Cl. moniliferum*, *Cl. lanceolatum*, *Cl. acerosum*, *Cosmarium angulosum*, and *Co. granatum*, can be seen in practically every field.

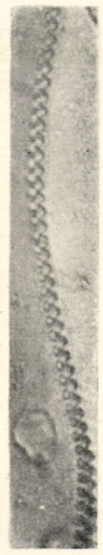
On the other hand, some members of the *Desmidiaceae* family are rare and were met with sporadically Fogr example, *Hyalotheca dissiliens* was only collected from the Borzas field on the Hortobágy, from a rice field in Puszta Káka near Szarvas, and from one in Kőröstarcsa. *Desmidium aptoonum.* was registered only in Békésszentandrás and Puszta Káka, and *D. swartzii* in Kőröstarcsa and Puszta Káka, but both were encountered in two consecutive years, in the same rice fields, at the same season of the year, and under the identical pH conditions in the water (cf. Table 2).

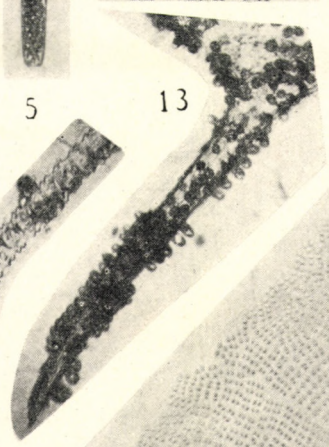
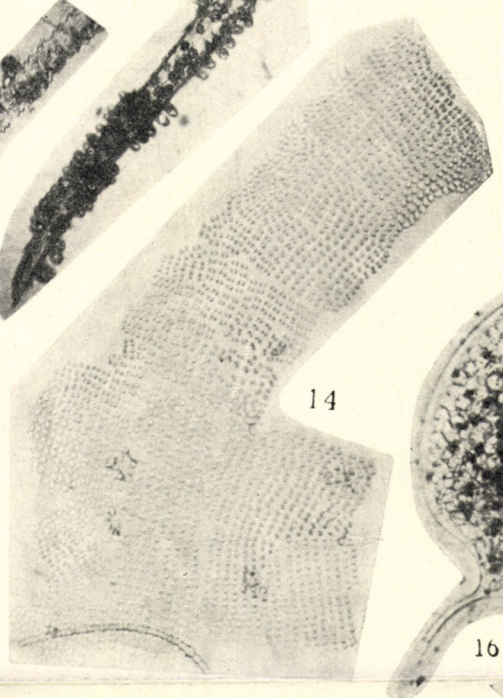
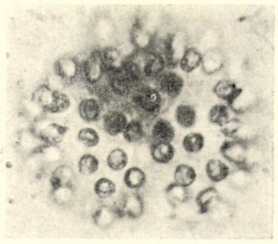
A few of the rarer *Euastrum* sp. also inhabit our rice fields ; *E. spinulosum* was collected rrom Kőrösladány, Békésszentandrás, and Puszta Káka ; *E. germanicum* from the Nagy József fice farm in Besenyszög, and from Bika zug near Szarvas. Even though in different years and different places, these species were always found in July in waters of pH 7 to 7,7 (cf. Table 2).





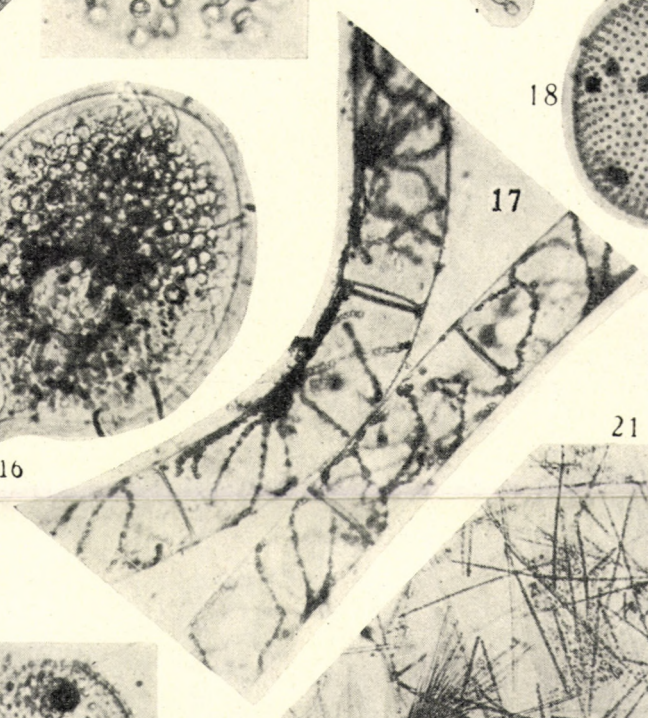
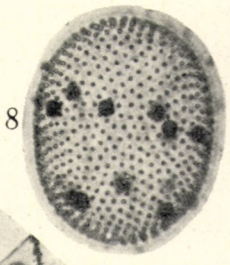
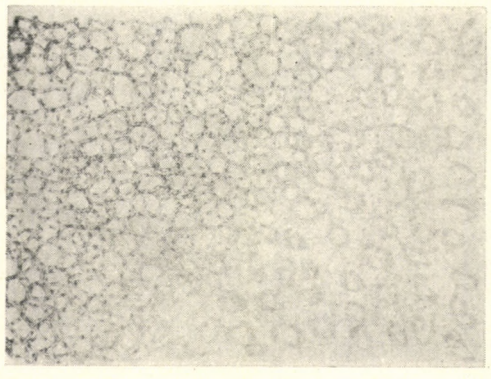
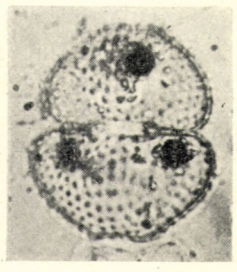
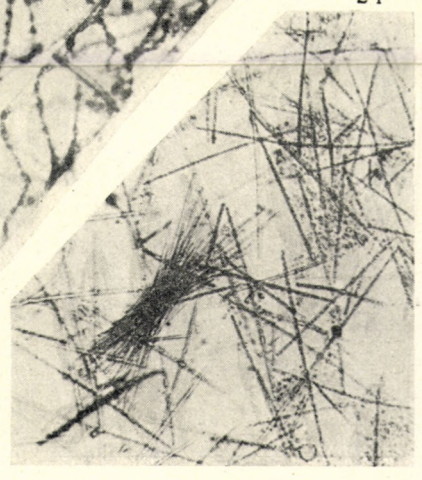
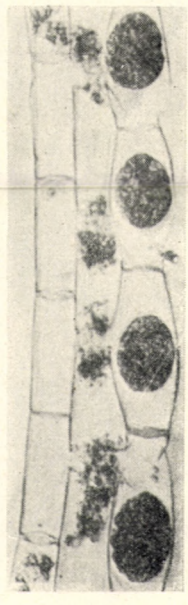
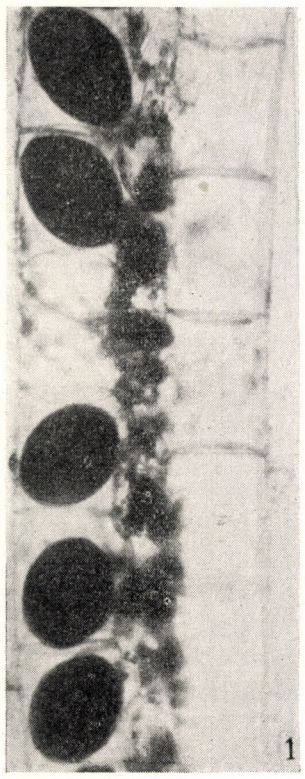
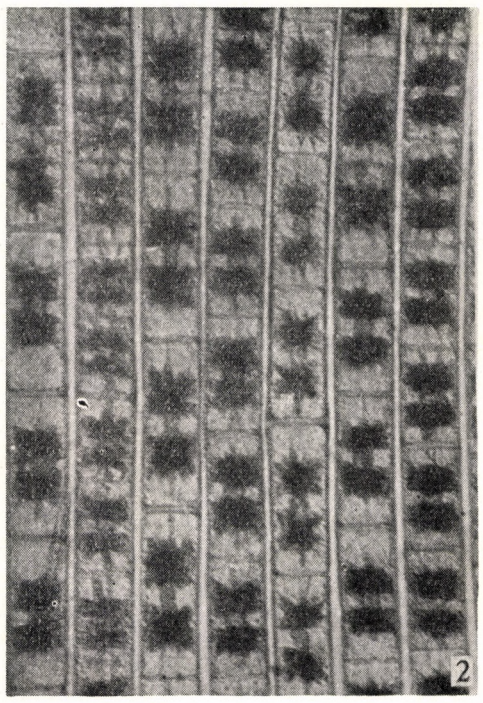
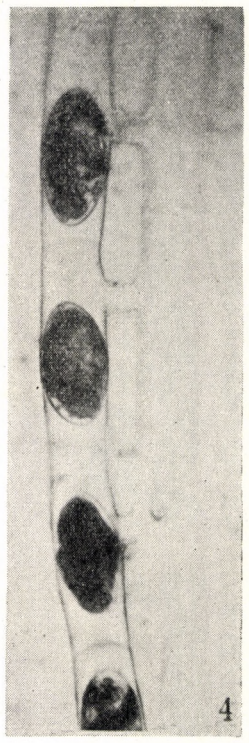







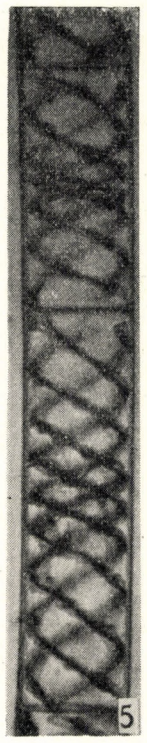
Plate 1

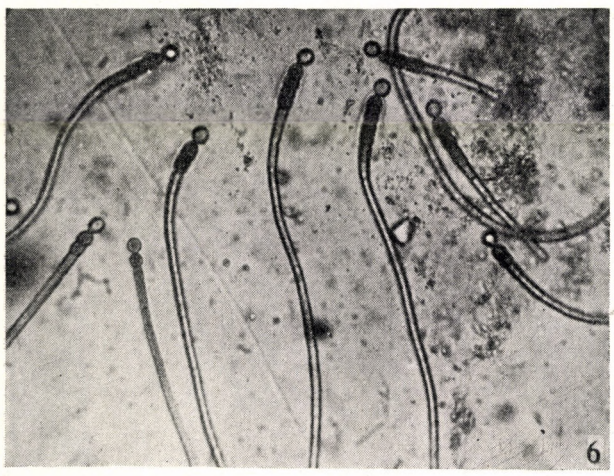
1. *Tetraspora gelatinosa* (150×)
2. *Pediastrum duplex* (660×)
3. *Gloeotrichia natans* (100×)
4. *Nodularia spumigena* (500×)
5. *Pleurotaenium trabecula* (150×)
6. *Microspora stagnorum* (500×)
7. *Euglena tripteris* (1000×)
8. *Euglena proxima* (1000×)
9. *Cylindrospermum stagnale* (250×)
10. *Pediastrum boryanum* (330×)
11. *Spirulina maior* (500×)
12. *Desmidium schwartzii* (200×)
13. *Characiochloris epizootica* (220×)
14. *Merismopedia tenuissima* (500×)
15. *Botryococcus braunii* (500×)
16. *Phacus pleuronectes* (1000×)
17. *Spirogyra stictica* (250×)
18. *Volvox aureus* (100×)
19. *Hydrodictyon reticulatum* (50×)
20. *Cosmarium botrytis* (500×)
21. *Aphanizomenon flos aquae* (200×)
22. *Spirogyra varians* zygospore-formation (200×)

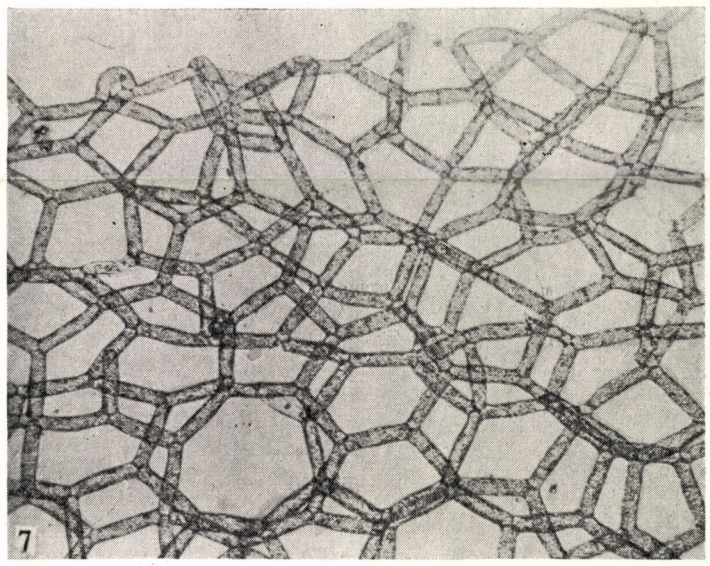


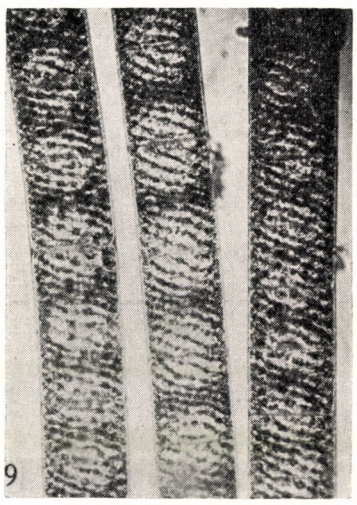


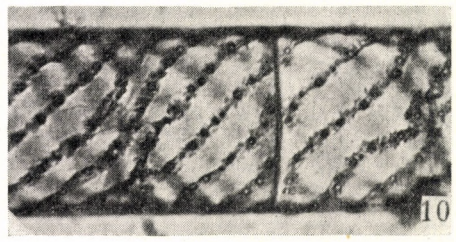


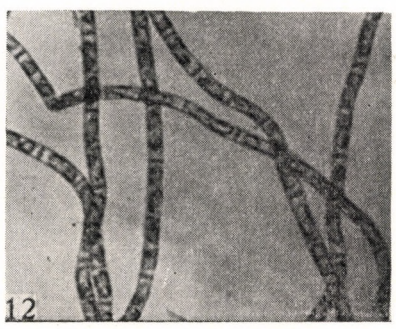












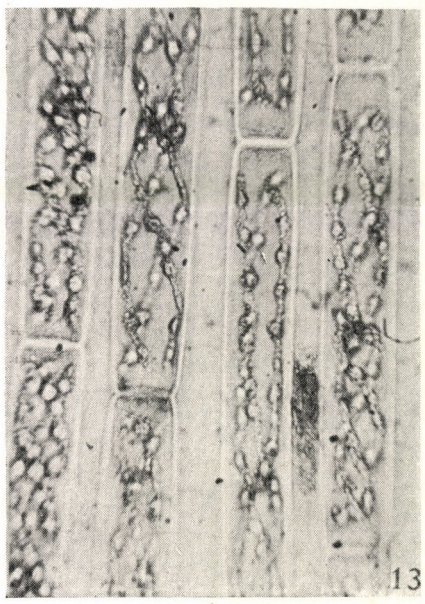


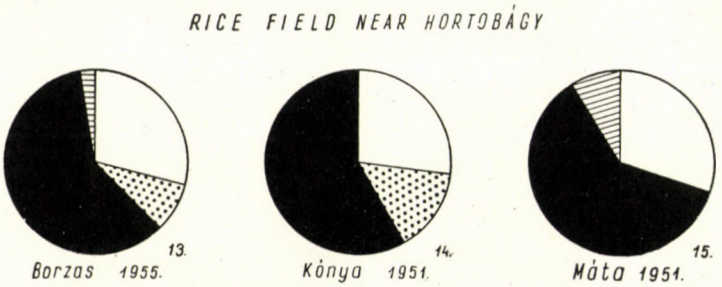
Plate 2

1. *Spirogyra crassa* zygospore-formation (100×)
2. *Zygnema vaginatum* (330×)
3. *Zygnema pectinatum* (330×)
4. *Spirogyra longata* zygospore-formation (250×)
5. *Spirogyra neglecta* (250×)
6. *Gloeotrichia raciborskii* (200×)
7. *Hydrodictyon reticulatum*, developed network (200×)
8. *Desmidium aptogonum* (660×)
9. *Spirogyra setiformis* (120×)
10. *Spirogyra crassa* (200×)
11. *Cladophora fracta* (100×)
12. *Tribonema affine* (330×)
13. *Spirogyra decimina* (300×)

Staurastrum punctulatum was encountered in rice fields in Kőrösladány, Békésszentandrás, and Puszta Káka.

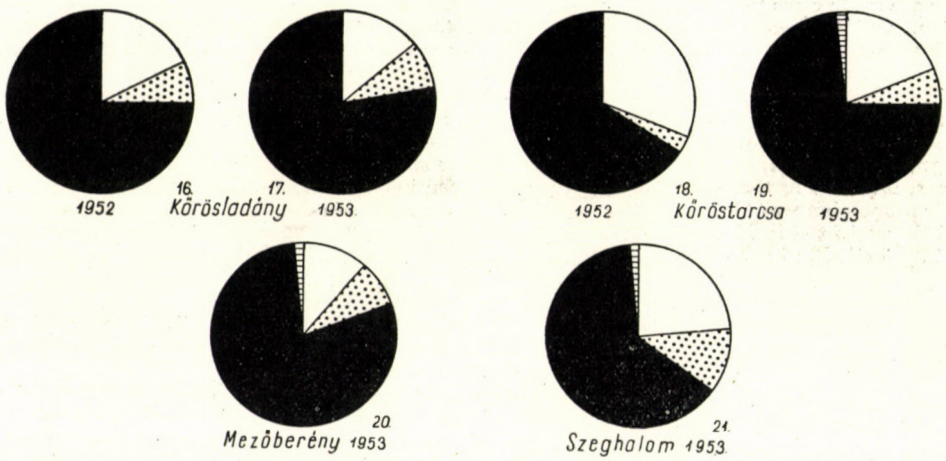
In rice fields planted with fish the plankton was found to have undergone substantial qualitative changes. In the rice farm Varga ráta in Besenyszög, the amount of planktonic organisms was much less in the water of plots with fish than in those without.

Ceratium hirundinella, one of the plants characterizing canal water, was collected in two consecutive years in the canals supplying rice fields near Szarvas, to wit, in Békésszentandrás, Puszta Káka, and Puszta Királyság (cf. Table 2).



Figs. 13 to *15.* Proportions of algal species in the rice fields on the Hortobágy.

*Fig. 5.** *Cy* 41%, *E* 9%, *Ch* 50%. — *Fig. 6. Cy* 37%, *E* 3%, *Ch* 60%. — *Fig. 7. Cy* 43%, *E* 7%, *Ch* 50%. — *Fig. 8. Cy* 15%, *E* 10%, *Ch* 75%. — *Fig. 9. Cy* 40%, *E* 3%, *Ch* 57%. — *Fig. 10. Cy* 27%, *E* 2%, *Ch* 69%, *X* 2%. — *Fig. 11. Cy* 31%, *E* 7%, *Ch* 62%. — *Fig. 12. Cy* 22,5%, *E* 4%, *Ch* 71,5%.



Figs. 16 to *21.* Proportion of algal species in the rice fields in the county Békés

Cylindrospermum stagnale (Plate 1, photo 9), this typical member of the blue-green alga vegetation settled on the branches of phanerogamic aquatic plants, chiefly of the *Najas genus*, or floating on the surface of the water, were frequently collected from all the rice fields under investigation.

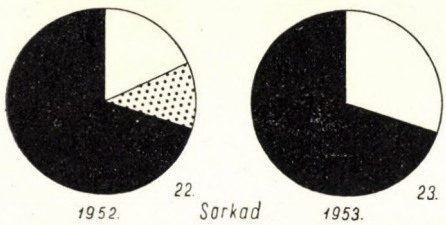
* *Cy* = *Cyanophyta*, *E* = *Euglenophyta*, *Ch* = *Chlorophyta*, *X* = *Xanthophyta*, *Py* = = *Pyrrophyta*

Three *Gloeotrichia* sp. were found : *Gl. natans* (Plate 1, photo 3), in each of the rice fields ; *Gl. pisum*, in those in Bika zug, Puszta Királyság, and Békésszentandrás near Szarvas, and in the Borzas farm on the Hortobágy ; *Gl. raciborskii* (Plate 2, photo 6), in Kőröstarcsa, Mezőberény, Szeghalom, further in the Nagy József and Varga ráta farms in Besenyszög, and lastly in the Kónya and Borzas farms on the Hortobágy.

Lyngbya circumcreta, one of the plants rare in Hungary, was encountered in the Halasi farm in Besenyszög, in the Borzas farm on the Hortobágy, in Kőröstarcsa, and in Puszta Káka near Szarvas ; invariably it was collected in the summer.

Iron bacteria are likewise characteristic of our rice fields. *Leptothrix ochracea* and *Siderocapsa maior* were found in every rice-growing unit in the areas studied both in the summer and autumnal flora.

These diagrams provide evidence of how widely the algal associations may differ in composition, even in areas close to one another. The Nagy József and Halasi rice farms near Besenyszög are quite close to each other. In 1951, the algal vegetations in them were of similar composition, with *Cyanophyta* ranging between 41 and 43%, *Euglenophyta* between 9 and 7%, and with *Chlorophyta* 50% in each. In 1952, however, appreciable differences manifested themselves. Although the *Chlorophyta* were still predominant in both farms, the proportion of *Cyanophyta* species was only 15% in the Halasi farm as against 37% on the Nagy József farm, and while in the former the proportion of *Euglenophyta* was 10%, in the latter it amounted to 3% only.



Figs. 22 and *23*. Proportion of algal species in the rice farm near Sarkad

In 1951, the *Cyanophyta* species were the most numerous (43%) in the Halasi farm. The diagrams show that, in general, the number of these species was considerably smaller in all the farms, included in these investigations, in 1952 than in 1951. While in the Nagy József farm their proportion was 41% in 1951, it was only 37% in 1952 ; and in the Halasi farm it was 43% in 1951 against only 15% in 1952. In the Varga ráta rice fields it amounted to 40% in 1951 and to 27% in 1952 ; in the Szepcsik farm 31% in 1951 confronted 22,5% in 1952.

No such conspicuous differences were encountered in respect of the Euglenophyta species. But as regards the *Chlorophyta* species, their proportion was 50% in 1951 and 60% in 1952, on the Nagy József farm ; 50% in 1951 and 75% in 1952, on the Halasi farm ; 57% in 1951 and 69% in 1952, in the Varga ráta fields ; 62% in 1951 and as much as 71,5% in 1952, on the Szepcsik farm.

For these interesting changes in the composition of the microvegetation local fertilization and irrigation conditions are most probably responsible in the first place, and in the second place methods and other cultural practices utilised by the rice grower.

Fig. 13. Cy 28%, *E* 8%, *Ch* 62%, *X* 2%. — *Fig. 14. Cy* 27%, *E* 15%, *Ch* 58%. — *Fig. 15 Cy* 30,5%, *Ch* 61,5%, *X* 8%.

These diagrams show that in the three rice fields on the Hortobágy, remote from one another, the algal association can be rather similar. The proportion of *Cyanophyta* species was 28% in the Borzas, 27% in the Kónya, and 30,5% in the Máta farm. That of the *Chlorophyta* species was 62% in the Borzas, 58% in the Kónya, and 61,5% in the Máta farm.

All these data are pretty close to one another. The only differences in the composition of these algal associations are caused by the incidences of the *Euglenophyta* and *Xanthophyta* species. The proportion of the former was 8% in the Borzas, 15% in the Kónya, and nil in the Máta farm, while that of the latter was 2% in the Borzas, and 8% in the Máta rice fields.

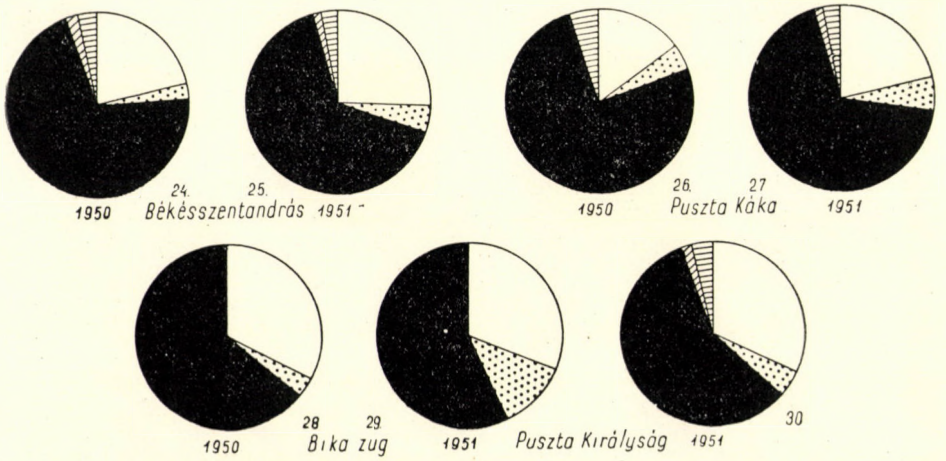
Fig. 16. Cy 16,5%, *E* 8,5%, *Ch* 75%. — *Fig. 17. Cy* 13%, *E* 9%, *Ch* 78%. — *Fig. 18. Cy* 31%, *E* 3%, *Ch* 66%. — *Fig. 19. Cy* 19%, *E* 6%, *Ch* 73%, *X* 2%. — *Fig. 20. Cy* 10,5%, *E* 8,5%, *Ch* 79%, *X* 2%. — *Fig. 21. Cy* 23%, *E* 11,5%, *Ch* 64%, *X* 1,5%.

On comparing the algal diagrams for the rice fields in Kőrösladány, Kőröstarcsa, Mező berény, and Szeghalom, it can be seen that in 1952 the *Cyanophyta* species were most numerous 31%, in Kőröstarcsa, and the least so, 16,5%, in Kőrösladány. In 1953, their number decreased in both these areas, being the highest near Szeghalom with 23%, and the lowest around Mezőberény with 10,5%.

The *Chlorophyta* species were the highest in proportion (75%) in 1952 in the rice fields near Kőrösladány, and the lowest (66%) in Kőröstarcsa. In 1953, they were encountered in the highest ratio (79%) in Mezőberény, and in the lowest (64%) in Szeghalom.

Euglenophyta species were the least in number (6%) in Kőröstarcsa in 1953, and most (11,5%) in Szeghalom.

With 1,5 and 2%, the *Xanthophyta* species stood near to each other in the rice fields of Kőröstarcsa, Mezőberény, and Szeghalom. In Kőrösladány they were not encountered.



Figs. 24 to *30*. Proportion of algal species in the rice fields around Szarvas

Accordingly, essential differences are found in the algal vegetation of the rice fields near Mezőberény, Kőröstarcsa, Kőrösladány, and Szeghalom. In 1953, the number of the *Cyanophyta* species was 10,5% in Mezőberény, 19% in Kőröstarcsa, 13% in Kőrösladány, and 23% in Szeghalom. It was the highest in Szeghalom and the lowest in Mezőberény.

These great discrepancies in the composition of the algal flora find their explanation primarily in the prevailing soil conditions, the different salt contents in the soil.

In the identical area, in rice fields near Kőrösladány as well as Kőröstarcsa, the number of *Cyanophyta* species was less in 1953. In 1952, the proportion was 16,5% for Körösladány and 31% for Kőröstarcsa ; in 1953, it was 13% and 19,5%, respectively.

The *Chlorophyta* species were in both these areas more numerous in 1953 than in 1952. In 1952, the proportion was 75% near Kőrösladány and 66% near Kőröstarcsa, as against 78% and 73%, respectively, in 1953. As regards *Euglenophyta*, there was no essential discrepancy in the rice fields near Kőrösladány, but in Kőröstarcsa twice as many species were found in 1953 than in 1952.

Fig. 22. Cy 18,5%, *E* 11%, *Ch* 71,5%. — *Fig. 23, Cy* 30%, *Ch* 70%.

In the rice farm near the sugar factory in Sarkad the *Cyanophyta* species were much more numerous (30%) in 1953 than in 1952 (18,5%). The *Chlorophyta* species appeared in roughly the same proportion in both years. The proportion of the *Euglenophyta* species was 11% in 1952, but none were found in the succeeding year.

Fig. 24. Cy 21%, *E* 3%, *Ch* 71%, *Py* 2%, *X* 3%. — *Fig. 25. Cy* 25,5%, *E* 5%, *Ch* 65,5%, *Py* 1%, *X* 3%. — *Fig. 26. Cy* 14%, *E* 5%, *Ch* 76%, *X* 5%. — *Fig. 27. Cy* 21%, *E* 6,5%, *Ch* 68%, *Py* 1,5%, *X* 3%. — *Fig. 28. Cy* 33%, *E* 4%, *Ch* 63%. — *Fig. 29. Cy* 31,5%, *E* 12,5%, *Ch* 56%. — *Fig. 30. Cy* 32%, *E* 5,5%, *Ch* 56,5%, *Py* 2%, *X* 4%.

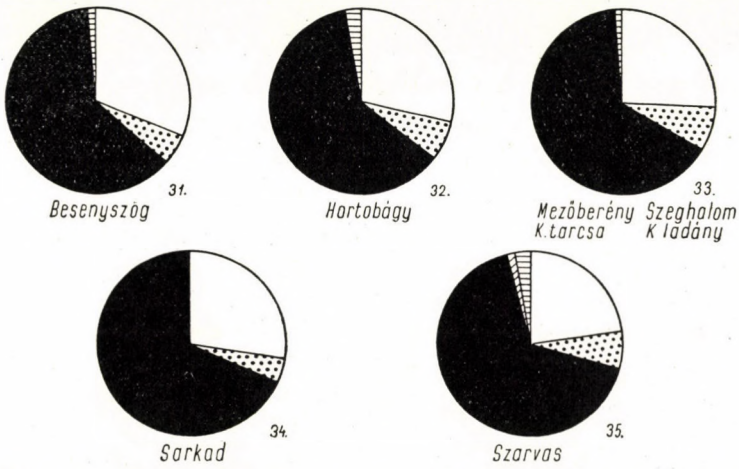
The above algal diagrams reveal that in Békésszentandrás the *Cyanophyta* species were less in number in 1950 (21%) than in 1951 (25,5%). The same applies to Puszta Káka, where

the proportion was 14% in 1950 and 21% in 1951. In the Bika zug, on the other hand, the rate of the *Cyanophyta* was higher in 1950 (33%) than in 1951 (31,5%).

Chlorophyta species there were more in 1950 than in 1951, the respective proportions being 71% and 65,5% for Békésszentandrás, 76% and 68% for Puszta Káka, 63% and 56% for Bika zug.

On comparing the algal diagrams of the rice fields around Szarvas it can be seen that of the *Cyanophyta* species the proportion was the highest in the Bika zug, with 33%, and the lowest in Puszta Káka, with 14%. The rate for *Chlorophyta* was the highest in Puszta Káka (76%), and the lowest in the Bika zug (56%).

The *Euglenophyta* species were most numerous in the Bika zug (12,5%), and least in number in Békésszentandrás (5%). *Xanthophyta* occurred in proportions of 3 to 4%, but none were found in the Bika zug. *Pyrrophyta* were encountered at a 1 or 2% rate of proportion in Békésszentandrás, Puszta Káka, and Puszta Királyság.



Figs. 31 to *35.* Proportion of algal species in the various rice fields studied

Number of algal species in the individual rice growing areas

	Cyanophyta	Euglenophyta	Chlorophyta	Pyrrophyta	Xanthophyta	Total
Besenyszög	26	5	53	—	1	85
Hortobágy	18	5	38	—	2	63
Mezőberény	8	5	44	—	1	58
Kőröstarcsa	21	4	51	—	1	77
Kőrösladány	10	5	52	—	—	67
Szeghalom	14	7	39	—	1	61
Sarkad	15	3	37	—	—	55
Szarvas	23	7	65	1	3	99

The microflora of the rice fields was found to be richest in the Szarvas, Besenyszög, and Kőröstarcsa areas. Of the algal species incorporated in Table 2, 99 were observed to occur in the Szarvas, 85 in the Besenyszög, and 77 in the Kőröstarcsa region. Poorest in regard to species was the algal vegetation in the rice farms near Sarkad.

As to the *Cyanophyta* species, they were the most abundant in the Besenyszög, Szarvas, and Kőröstarcsa areas, and the least so in the rice fields near Mezőberény and Kőrösladány. Of the *Chlorophyta* species, the greatest number was included in the Szarvas, then in the Besenyszög and Kőrösladány areas, and the smallest in the Sarkad and Hortobágy regions.

The taxonomical distribution of the microorganisms included in Table 2 was the following: Algae comprising 31 *Cyanophyta* species, 8 *Euglenophyta*, 76 *Chlorophyta*, 1 *Pyrrophyta*, 4 *Xanthophyta*, and 2 bacterial species.

The presence in some individual rice fields of a few rather sensitive algal species of rarer occurrence is indicative of a similarity in quality in those rice fields and of similar ecological conditions obtaining in them.

A few algal species, rare in the Hungarian Great Plane, appear to have settled in several of the rice fields investigated; among them are *Spirulina jenneri*, *Rhabdoderma lineare*, *Anabaena constricta*, *Lyngbya circumcreta*, *Euglena intermedia*, *Phacus anacoelus*, *Phacus longicauda*, *Volvox aureus*, *Hydrodictyon reticulatum*, *Microspora stagnorum*, *Ulothrix variabilis*, *Bulbochaete nana*, *Oedogonium oblongellum*, *Oe. oryzae*, *Oe. rufescens*, *Desmidium aptogonum*, *D. swartzii*, *Euastrum germanicum*, *E. spinulosum*, *E. verrucosum*, *Gonatozygon monotaenium*, *Hyalotheca dissiliens*, *Sphaerozosma vertebratum*, *Staurastrum polymorphum*, *St. punctulatum*, *Mougeotia laetevirens*, *M. parvula*, *M. ventricosa*, *Spirogyra stictica*, *Zygnema cruciatum*, *Z. pectinatum*, *Z. stellatum* (for details cf. Table 2).

Fig. 31. Cy 31%, *E* 6%, *Ch* 62%, *X* 1%. — *Fig. 32. Cy* 29%, *E* 8%, *Ch* 6%, *X* 3%. — *Fig. 33. Cy* 25%, *E* 8,5%, *Ch* 65%, *X* 1%. — *Fig. 34. Cy* 27%, *E* 5%, *Ch* 68%. — *Fig. 35. Cy* 23,7%, *E* 7,3%, *Ch* 65%, *Py* 1%, *X* 3%.

Comparing the algal diagrams of all the different rice fields it can be seen that the *Cyanophyta* species varied in proportion from 23 to 31%, that they were highest in number in the Besenyszög area, and lowest in the area around Szarvas. The proportion of the *Chlorophyta* species fluctuated between 60 and 68%; they were the least numerous in the Hortobágy, and the most so in Sarkad. *Euglenophyta* ranged in proportion from 5 to 8,5%, with the minimum in Sarkad, and the maximum in the fields in county Békés. *Pyrrophyta* were restricted to the neighbourhood of Szarvas.

On the evidence of the above-said it can be safely stated that rice fields in different areas utilizing different irrigation waters harbour algal vegetations which in respect of composition stand fairly near to one another; further, that similar ecological factors consequent upon changes in the natural conditions due to rice growing give rise to similar alterations in the composition of the microvegetation; finally, that changes taking place under similar conditions result in the formation of microvegetations largely similar in composition.

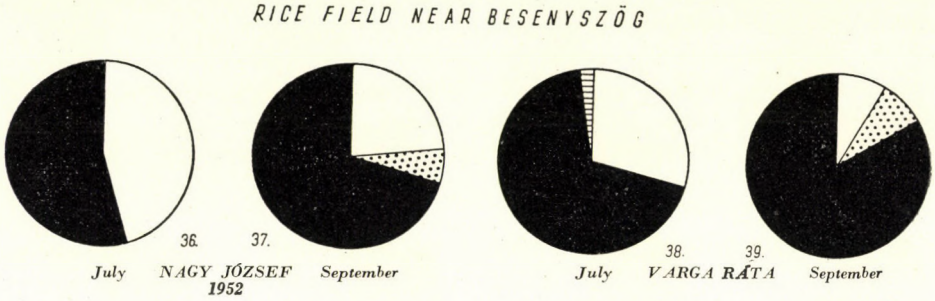
Periodic changes in the microvegetation

Aquatic microorganisms in rice fields live for about 4 to 6 months. The microvegetation is subject to seasonal changes, the same as any other shallow-water biotopes in the Great Hungarian Plane (KOL, 1931; KISS, 1939).

The spring life of the microvegetation is of very short duration. No sooner is it developed than the summer heat sets in, when along with the filamentous green algae the blue algae, too, reproduce in large masses.

With the appearance of the first harbingers of the spring flora, masses of fluffy filamentous light-green algae soon overgrow the surface of the water and begin to thrive rapidly. (This phenomenon will be dealt with below in detail.)

The spring microflora consists predominantly of various *Spirogyra* and *Zygnema* species (cf. Table 2). Several of the former are also represented in the late summer flora. *Zygnema stellatum* is encountered in both the spring and the autumnal flora.



Figs. 36 to *39*. Proportion of algal species in the rice fields around Besenyszög in different months in 1952

Fig. 36. Cy 45,5%, *Ch* 54,5%. — *Fig. 37. Cy* 23,5%, *E* 6%, *Ch* 70,5%. — *Fig. 38. Cy* 79%, *Ch* 68,4%, *X* 2,6%. — *Fig. 39. Cy* 8,5%, *Ch* 83%, *Eu* 8,5%.

Members of the summer vegetation : *Chroococcus minutus*, *Gomphospheria lacustris*, *Merismopedia species*, *Anabaena species*, *Aphanizomenon flos aquae*, *Gloeotrichia species*, *Lyngbya circumcreta* and other *Lyngbya species*, *Oscillatoria acutissima*, *Phacus pleuronectes*, *Eudorina elegans*, *Pandorina morum*, *Coelastrum microporum*, *Dictyosphaerium ehrenbergianum*, *Hydrodictyon reticulatum*, *Pediastrum species*, *Scenedesmus species*, *Cladophora fracta*, *Rhizoclonium hieroglyphicum*, *Oedogonium species*, *Closterium leibleinii*, *Cosmarium rectangulare*, *Co. meneghinii*, *Co. subcrenatum*, *Staurastrum polymorphum*, *St. punctulatum*, *Euastrum* species, *Spirogyra varians*, *Botryococcus braunii* (for details cf. Table 2).

Encountered in both the summer and autumnal vegetation are the following species, viz., *Phacus longicauda*, *Volvox aureus*, *Closterium moniliferum*, *Cosmarium angulosum*, *Co. botrytis* (Plate 1, photo 20), *Co. granatum*, *Co. portianum*, *Pleurotaenium trabecula* (Plate 1, photo 5), *Spirogyra catenaeformis*, *Sp. crassa*, *Sp. decimina*, *Sp. communis*, *Sp. longata* (Plate 2, photo 4), *Sp. maxima*, *Sp. neglecta*, *Sp. stictica* (Plate 1, photo 17).

Members of the early autumn and late spring flora are *Lyngbya maior*, *Oscillatoria formosa*, *O. tenuis*, *Euglena acus*, *E. intermedia*, *E. proxima*, (Plate 1, photo 8), *E. tripteris* (Plate 1, photo 7), *Tetraspora gelatinosa* (Plate 1, photo 1), *Ulothrix variabilis*, *Closterium acerosum*, *Cl. dianae*, *Cl. parvulum*, *Desmidium swartzii*, *Gonatozygon monotaenium*, *Hyalotheca dissiliens*, *Mougeatia parvula*, *Spirogyra nitida*, *Sp. setiformis* (Plate 2, photo 9), *Sp. tenuis*, *Zygnema cruciatum*, *Z. pectinatum* (Plate 2, photo 3), (for details cf. Table 2).

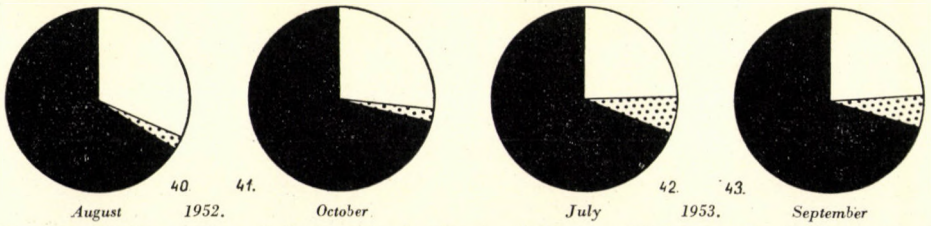
When a few days prior to harvesting the water is drawn off the rice fields, complete desiccation threatens the entire aquatic microflora (Plate 1, photo 5, 6). Here and there, the algae may still skulk for a while in residual puddles in dips, whereafter they either perish or, forming various spores, try to pull through the dry and cold season unfavourable to them, to revive in the water used the next spring in reflooding the fields.

In the water of pools and puddles left in depressions of the fields and canals, there appears an autumnal algal vegetation which in its composition is entirely different from that prevailing in the water over the rice. Waterblooms are frequent in it, mostly of the *Euglena* type, with *Euglena proxima* as their chief component. Such waterblooms have been observed in the Kónya farm

on the Hortobágy on September 25, 1951, and in the Szolga farm in Szeghalom on October 17, 1953. The *Euglena* making up these waterblooms are *E. proxima*, *E. acus*, *E. intermedia*, *E. oxyuris*, and *E. tripteris*, accompanied in many cases by *Phacus pleuronectes* and *Ph. longicauda*. In some places the blooms also include *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus* and, in smaller numbers, other algal species belonging to the *Protococcales*.

In the autumn, the aquatic microvegetation is replaced by an aerophytic one ; on the damp surface of the soil in the drained fields and canals there ap-

RICE FIELD NEAR KÖRÖSTARCSA



Figs. 40 to *43*. Proportion of algal species in the rice fields near Köröstarcsa in different months

Fig. 40. Cy 31%, *E* 2%, *Ch* 67%. — *Fig. 41. Cy* 27%, *E* 2%, *Ch* 71%. — *Fig. 42. Cy* 26,5%, *E* 5%, *Ch* 68,5%. — *Fig. 43. Cy* 23,5%, *E* 6%, *Ch* 70,5%.

pears a gauzy green mat of *Vaucheria* species, (p. 318, photo 17), such as *V. sessilis* fo. *repens*, *V. geminata* fo. *terrestris*, and where the soil is sufficiently calcareous, V. de *Boryana* overgrows areas of several square inches, sometimes one or more square feet. Another characteristic member of the aerophytic microvegetation of rice fields is *Botrydium granulatum* (p. 318, photo 18), which gives the impression the damp ground is pierced by so many pins with green glass heads over areas covering sometimes several square feet.

The life of the aerophytic flora, like that of other ones, is not without danger, ploughing can be fatal to it.

With the irrigation water drawn off, the masses of filamentous algae get stuck and entangled on the rice plants, where they dry out, and are then known under various names in this country (p. 377, photo 7).

Comparing the above diagrams of findigs obtained in July and September, 1952, it can be seen that in the Nagy József rice farm at Besenyszög the proportion of *Cyanophyta* species was 45,5% in July and 23,5% in September ; that of *Chlorophyta* species 51,5% in July and 70,5% in September ; *Euglenophyta* were found in September only, at a rate of 6%. In Varga ráta the proportion of *Cyanophyta* species was 29% in July and only 8,5% in September ; that of *Chlorophyta* species 68,4% in July and 83% in September. *Euglenophyta* and *Xanthophyta* were not encountered in July, but in September their proportion was 8,5% and 2,6%, respectively.

In the rice field near Köröstarcsa the *Cyanophyta* proportion was 31% in August, 1952 ; 27% in October, 1952 ; 26,5% in July, 1953, and 23,5% in September, 1953 ; that of the *Chlorophyta* species 67% in August, 1952 ; 71%

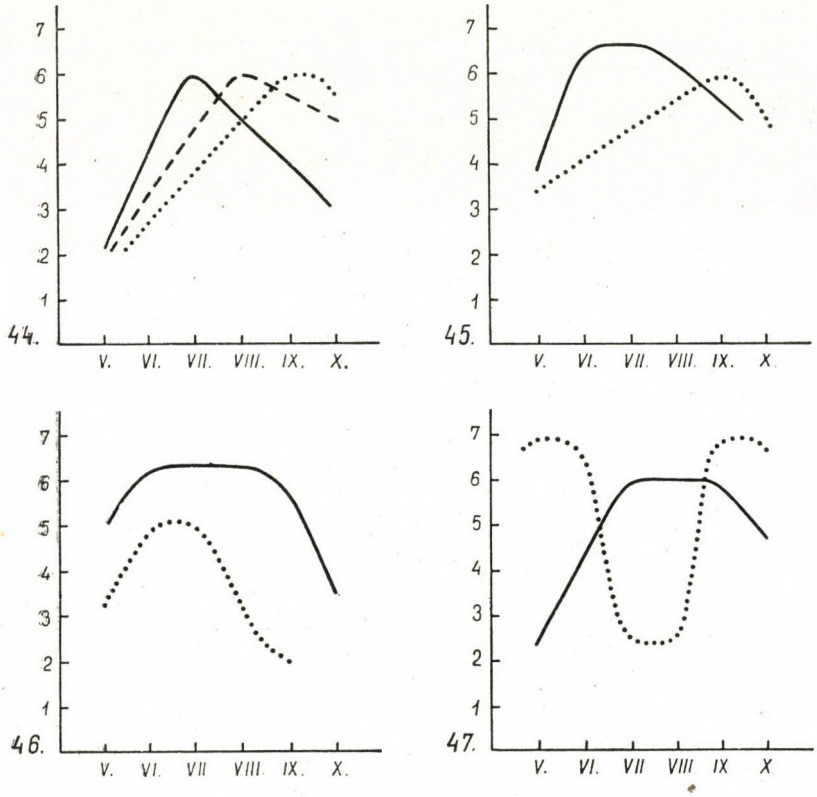


Fig. 44. Amount of *Spirogyra crassa* (-----), *Sp. decimina* (. . . . .), *Sp. stictica* (————), in the different months
Fig. 45. Amount of the filamentous green algae, primarily of *Cladophora fracta* (— — —) and *Oedogonium oryzae* (. . . . .) in different months
Fig. 46. Amount of *Gloeotrichia natans* (————) and *Gl. raciborskii* (. . . . .) in different months
Fig. 47. Amount of *Hydrodictyon reticulatum* (————) and *Euglena proxima* (. . . . .) in different months

in October, 1952 ; 68,5% in July, 1953, and 70,5% in September, 1953. *Euglenophyta* species ranked at 2% both in August and October, 1952 ; at 5% in August, and 6% in September, 1953.

These data show that the number of *Cyanophyta* species was the highest in July—August, and decreased in the autumn. For example, in Varga ráta the droportion decreased from 29% to 8,5% in the year 1952. The number of *Chlo-*

rophyta species, on the other hand, increased in the autumn. Considerable increases were registered: in the Nagy József rice farm at Besenyszög, from 54,5% to 70,5% ; and in the Varga ráta, from 68,4% to 83%. The *Euglenophyta* species also rose considerably in number in the autumn ; they are more the members of an autumnal flora.

Spirogyra crassa (Plate 2, photos 1 and 10) was to be found in the greatest masses in August, but in smaller numbers it was encountered as early as May and as late as the drainage of the irrigation water before the harvest begun. It seems to be one of the *Spirogyra* species which prefer warm weather ; it is a characteristic member of the summer microflora.

Spirogyra decimina (Plate 2, photo 13) showed maximum occurrence at the end of August and in September, and could be found until irrigation water was let off. Its curve rises from May onwards. Unlike *Sp. crassa*, it favours cooler water and, thus, represents the late summer and early autumn microflora.

Spirogyra stictica (Plate 1, photo 17) appears in the largest amounts in July, and so is a distinctive member of the summer microflora ; its curve rises uniformly, to decline with the approach of the cooler months.

Vast masses of filamentous green algae, consisting chiefly of *Cladophora fracta* (Plate 2, photo 11), overgrew the rice water as early as in June, and lasted till the end of August (p. 314, 315, photos 7 and 9). The curve representing them attains its peak in June—July, when it begins to decline gradually, but shows that even in September, when the fields are drained, these species still appear in respectable numbers ; they are distinctive of a summer flora.

Oedogonium oryzae could already be spotted in May. From that month onwards its curve rises gradually, attains its maximum in the second half of August or first half of September, whence it declines gradually. The species was encountered until the irrigation water was drawn off. It is a member of the early autumn microflora.

Gloeotrichia natans (p. 315, photo 8, and Plate 1, photo 3) appeared in masses as early as in the month of May. Its curve keeps on its highest level from June to the beginning of September, then drops steeply, to disappear abruptly with the drainage, and the rise in the pH value, of the irrigation water. The species is a member of the autumnal microflora.

Gloeotrichia raciborskii shows a similar picture, but the curve of this vegetation reaches its peak in June—July, whereafter it declines abruptly. The species is a member of the summer microflora.

Hydrodictyon reticulatum (Plate 1, photo 19, and Plate 2, photo 7) was detectable in the spring flora in the month of May. From then onwards, its curve slowly ascends ; from June to the first half of September it is to be found in large masses. The life of this vegetation is commonly terminated with the drainage of the irrigation water, but exceptionally the species is encountered in the residual water of drained ditches.

The curve of *Euglena proxima* (Plate 1, photo 8) shows two maxima ; one in May, the other in September. Both indicate times when the species forms waterblooms. It is also encountered in the summer, but in considerably lesser amounts. The curve drops suddenly in June, reaches its bottom point in July—August, but rises again abruptly at the end of August. All this reveals that this microorganism finds its optimal conditions in waters of lower temperature. In the autumn, when the water is let off, it forms waterblooms in the residual puddles, and as a rule perishes with the drying up the puddles, at the commencement of the winter.

Certain microorganisms were encountered each year in the waters of numerous rice fields. These were : from among the *Cyanophyta : Merismopedia punctata*, *M. tenuissima*, *Gloeotrichia natans*, *Cylindrospermum stagnale*, *Lyngbya epiphytica*, *L. lagerheimii*, *L. limnetica*, *Oscillatoria splendida*, *O. tenuis*, *Spirulina maior* ; from among the *Euglenophyta : Euglena acus*, *Phacus pleuronectes* ; from among the *Chlorophyta : Eudorina elegans*, *Volvox aureus*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Coelastrum microporum*, *Dictyosphaerium ehrenbergianum*, *Hydrodictyon reticulatum*, *Pediastrum boryanum*, *P. duplex*, *P. tetras*, *Scenedesmus bijugatus*, *Sc. obliquus*, *Sc. quadricauda*, *Cladophora fracta*, *Rhizoclonium hieroglyphicum*, *Closterium lanceolatum*, *Cl. leibleinii*, *Cl. moniliferum*, *Cl. parvulum*, *Cosmarium angulosum*, *Co. botrytis*, *Co. granatum*, *Co. meneghinii*, *Co. obtusatum*, *Co. portianum*, *Co. rectangulare*, *Co. sexnotatum*, *Co. subcrenatum*, *Pleurotaenium trabecula*, *Spirogyra catenaeformis*, *Sp. communis*, *Sp. crassa*, *Sp. decimina*, *Sp. longata*, *Sp. maxima*, *Sp. neglecta*, *Sp. setiformis*, *Sp. stictica*, *Sp. varians* ; from among the *Xanthophyta : Botryococcus braunii* ; and one iron bacterial species, namely, *Siderocapsa maior* (cf. Table 2).

On the other hand, there were microorganisms which were only encountered in one or the other of the years within the entire period under review. Such were : *Nostoc plaudosum*, *Gloeotrichia pisum*, *Lyngbya limosa*, *L. maior*, *Euglena intermedia*, *Microspora stagnorum*, *Closterium dianae*, *Desmidium aptogonum*, *D. swartzii* ; the *Euastrum* species, *Gonatozygon monotaenium*, *Hyalotheca dissiliens*, *Mougeotia laetevirens*, *M. parvula*, *M. ventricosa*, *Spirogyra tenuissima*, *Zygnema pectinatum*, *Tribonema elegans*. These algal species were found, but in a few of the rice fields investigated (cf. Table 2) and mostly belong to plants rather rare in the Great Hungarian Plane.

The sources from which the various algal species in the rice fields may have originated

Members of the microvegetation in rice fields may have originated in various places. The basis of present-day microvegetation is the primeval vegetation. Rice is mostly cultivated in wet, swampy, marshy places, or sites of one-time lakes. Several members of the vegetation in such areas, or waters, survive the afflictions which accompany the changes in the natural conditions due to rice growing, and continue their existence in the waters over rice. These, of course, are only the species which are capable of overcoming the changed conditions of life.

This assumption is borne out by KOREN (1882, 1883) and by BORBÁS (1881), who described several algal species from the neighbourhood of Szarvas, which were now found in the rice fields of Puszta Káka and Puszta Királyság. *Hydrodictyon reticulatum*, for example, can today be encountered in Puszta Királyság and Puszta Káka, as well as in the rice fields of Békésszentandrás

and Bika zug. *Spirogyra setiformis* was likewise collected from Békésszentandrás and from several rice fields of Bika zug and Puszta Káka. KISS (1935) mentions several algal species from alkaline waters in the county of Békés, which have now been found in the rice fields under review.

Along with the original primitive vegetation, a second and not less significant factor is the irrigation water. The rice fields included in these investigations draw their water from the different branches of the Körös, from the Berettyó, and from the Tisza and Hortobágy rivers, respectively. Algal species which escape extinction during pumping operations, find their way into the rice fields from these sources. Only a few can adapt themselves to the altered conditions of life ; many of them subsist only for a short while.

On July 20, 1950, near Békésszentandrás, the water of the Dead Körös, (p. 316, photo 10), at pH 9, looked apple-green for miles from immense masses of *Aphanizomenon flos aquae*, floating on the surface (Plate 1, photo 21). In the irrigation water in the canal they were still seen in tufts, and in the water over the rice near laterals they were observed in threads; but remote from the laterals, and in water from the previous flooding, none, or just sporadic filaments of *Aphanizomenon* could be traced. The same was the case with another microorganism typical of the Dead Körös, namely, with *Ceratium hirundinella*, which occurred in the plankton of the main canal and, at Puszta Káka and Puszta Királyság, also in some laterals ; moreover, sporadic individuals were encountered in the plankton of the water over rice near irrigation ditches.

Birds, too, constitute a significant factor as importers of microorganisms from far-away waters. In our view, the blue alga *Lyngbya circumcreta*, which originally has been described by WEST from the plankton of the Victoria Nyanza in Afrika, is one of the plants imported in this manner. In Hungary, it has already been encountered in the Lake Balaton, the Lake of Velence, and the small alkaline ponds near Kiskunhalas.

Account must also be taken of the wind, which invariably carries vast masses of spores of microorganisms.

Then there is man, and his animals ; during the cultural practices applied in rice growing they may introduce many units strange to the place, and import algal species from one rice field to the other.

New microorganisms might also be imported with the seed or the diverse fertilizers.

All these factors may of course become the cause of essential alterations in the composition of microorganic associations.

Water over rice may also be regarded as a place of refuge for algal species headed for extinction.

Probably, there exist algal species which are microorganisms associated with the rice plant. In our opinion, *Oedogonium oryzae* is one of them, being at home not only in several rice fields in Hungary, but also in Italy, Java, and

other countries. Further investigations are required to decide which algal species are to be considered the companions of rice.

There are many species occurring in our rice fields which have been described from rice fields in other countries, moreover, other continents. MOLISCH (1926) mentions iron bacteria from Japan, of which *Siderocapsa major* and *Leptothrix ochracea* occur with us in almost every rice field. WOLOSZYNSKA (1913) describes algal species from Java which are quite familiar in our rice farms ; these are *Coelastrum microporum*, *Botryococcus braunii*, *Scenedesmus bijugatus*, *Sc. quadricauda*, *Merismopedia punctata* (cf. Table 2). GUTWINSKY (1899) also describes species from Java which are found in several rice-growing areas in this country, viz., *Pandorina morum*, *Eudorina elegans*, *Pediastrum duplex* var. *genuinum*, *P. duplex* var. *clathratum*, *P. tetras*. While WOLOSZYNSKA reports the occurrence in Java of the blue algal species *Gloeotrichia raciborskii* and *Gl. lilienfeldiana*, with us it is *Gl. natans* that grows in vast numbers, though *Gl. raciborskii* is also encountered in several places. *Gl. natans* is known also from many rice-producing regions in the Soviet Union.

Macrovegetation and algal associations

In the biocoenosis of rice fields a significant role attaches to the macrovegetation, which frequently overgrows them in immense amounts. A single type of plant usually proliferates, and settles chiefly on the free surface of the water. In the paragraph on hydrogen-ion concentration it has been mentioned that at similar pH values similar types of macrovegetation abound in rice fields. Each type of macrovegetation is accompanied by a particular algal association.

Riccia fluitans fo. *aquatica frons* (det. I. GYŐRFFY) was found in Puszta Káka accompanied by *Pandorina morum*, *Cylindrospermum stagnale*, *Cosmarium angulosum*, *Co. granatum*, *Co. meneghinii*, *Spirogyra stictica*, *Sp. racssa*, *Zygnema*, and *Mougeotia* species.

Salvinia natans (p. 313, photo 2) is invariably associated with *Spirogyra crassa* (Plate 2, photos 1 and 10). With *Marsilea quadrifolia* (p. 313, photo 4) there coexist the following algal species, viz., *Pediastrum duplex* var. *reticulatum*, *P. boryanum*, *P. tetras*, *Scenedesmus obliquus*, *Sc. quadricauda*, *Cylindrospermum stagnale*, *Cosmarium granatum*, *Co. subcrenatum*, *Closterium moniliferum*, *Euglena proxima*, *Gomphosphaeria lacustris*, and *Lyngbya limnetica*.

The algal species which are at home in waters overgrown by *Najas minor* (p. 313, photo 3) are *Cylindrospermum stagnale*, *Euglena proxima*, *E. oxyuris*, *Cosmarium botrytis*, *C. sexangulare*, *C. subcrenatum*, *Closterium leibleinii*, *Cl. moniliferum*, *Pleurotaenum trabecula*, *Sirogyra setiformis*, *Sp. maxima*, *Sp. neglecta*, *Sp. decimina*, *Oedogonium rufescens*, *Rhizoclonium hieroglyphicum*, *Coelastrum microporum*, *Selenastrum gracile*, *Phacus pleuronectes*, *Botryococcus braunii*, *Gomphosphaeria lacustris*, *Oscillatoria acutissima*, *Lyngbya limnetica*, and *Spirulina maior*.

In the company of an *Elatine alsinastrum* (p. 314, photo 14) vegetation live *Cylindrospermum stagnale*, *Pediastrum duplex*, *Merismopedia tenuissima*, *Phacus pleuronectes*, *Pleurotaenium trabecula*.

In the water of rice fields infested with *Utricularia vulgaris* the green vesicles of *Tetraspora gelatinosa*, readily visible to the unaided eye, are frequently seen swinging on the leaves of the plant. In addition, the following algal species feel at home in such waters : *Cosmarium angulosum*, *Co. granatum*, *Co. subcrenatum*, *Euastrum spinulosum*, *Pleurotaenium trabecula*, *Pediastrum tetras*, *Selenastrum gracile*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Closterium moniliferum*, *Phacus pleuronectes*, *Volvox aureus*, *Merismopedia tenuissima*, *M. punctata*, *M. minima*, *Lyngbya limnetica*, *Oscillatoria planctonica*, and *Botryococcus braunii*.

The bed of rice fields is often densely covered with stoneworts (genus *Chara*), and many algal species settle among them, viz., *Cosmarium granatum*, *Co. obtusatum*, *Co. angulosum*, *Co. sexnotatum*, *Closterium lanceolatum*, *Cl. moniliferum*, *Phacus pleuronectes*, *Pleurotaenium trabecula*, *Spirogyra maxima*, *Sp. varians*, *Oedogonium globosum*, *Oe. oblongellum*, *Bulbochaete nana*, *Microspora stagnorum*, *Staurastrum polymorphum*, *Coelastrum microporum*, *Scenedesmus bijugatus*, *Pediastrum duplex*, var. *reticulatum*, *P. tetras*, *Merismopedia punctata*, *M. tenuissima*, *Gomphosphaeria lacustris*, *Oscillatoria planctonica*, and *Lyngbya limnetica*.

Interaction of rice and algal vegetation

Besides the various weeds and aquatic parasites, „blanket algae"* is a potent enemy of the rice plant. It is an immense mass of filamentous green algae which swims on the water covering many square yards of the surface. It predominantly consists of *Cladophora fracta*, to which to a smaller extent other filamentous algal species may add themselves, such as *Microspora*, *Spirogyra*, *Rhizoclonium*, and *Tribonema*. The stems of the rice plants are covered with a network of these algae which not only impedes the growth of the plants, but by shading the water prevents the heat of the sun to penetrate and warm it to an adequate temperature. The chladophoraceous vegetation goes of course hand in hand with a stupendous number of microorganisms epiphytic primarily on the older filaments, and with an abundant fauna which finds refuge in *Cladophora fracta*.

Chladophora fracta (p. 314, 315, photos 7 and 9) is a vegetation very common in the stagnant waters of the Great Hungarian Plane; dried out, it is called meteoric paper, Tisza cotton, or given other local popular names.

„Blanket algae" is not encountered in every rice field, or not in masses heavy enough to cause major damage to the crop. By our experience, its appearance and prolific reproduction is dependent on the character of the area and the original vegetation on it.

The fight to protect rice fields from becoming overwhelmingly algous is an unceasing one. In some places the fields are continuously cleaned out, in others copper sulphate is added to the water. There are many instances of this apparently unpretentious microvegetation causing enormous losses to rice crops.

Sowing rice for denser stands has proved to be a successful control measure. The closely spaced plants overshadow the water surface and thereby suppress algal growth.

These masses of filamentous fresh-water green algae represent an economic value. In the Soviet Union much attention is paid to their utilisation in the manufacturing industries. Algal masses consisting chiefly of *Cladophora* and *Rhizoclonium* species are used in the paper-making industry. The lakes

* masses of floating filamestous algae.

extending over tens of thousands of square miles in the Baraba Steppe and Kulunba Steppe in West Siberia produce each year at least 100 000 metric tons of these algae, about half of which is turned into commercial goods. The paper manufactured from them is strong and of good quality. In addition, they are used for making insulating and refractory cardboards, and plating to be used by the building trade for panelling and other purposes.

There is another species which often gives rise to great algal masses in the rice fields of Hungary. It is *Gloeotrichia natans* (p. 315, photo 8). This blue alga is of practically pure stand, and not infrequently appears in colonies several square yards in extension. It is injurious to the germinating rice plant, for shading the water it keeps it cool and thereby impedes plant growth. As soon as the rice plant emerges from the water this danger is over.

Initially, *Gloeotrichia natans* forms *vesicular* colonies of but a few millimeters in diameter and a dirty green colour. Afterwards, in growing to sizes of several centimeters, they flatten out and float on the surface of the water (Plate 1, photo 8).

However, it is well to bear in mind that algal vegetations are not in every respect detrimental and injurious to rice growing. The nitrogen-fixing capacity of the blue algae is a significant beneficial factor in rice production in Japan, Java, Ceylon, and China, responsible for often considerable rises in crop yields. It probaly exerts the same effect in our rice fields.

That the blue algae are capable of fixing atmospheric nitrogen, is a fact well known. The Japanese investigators A. WATANABE, S. NISHIGATI, and C. KONISHI have shown that rice thrives considerably better in the presence of certain blue algae, such as *Tolypothrix*, *Calothrix*, and *Anabaenopsis*. For the purposes of their pertaining experiments they collected in Java, Sumatra Borneo, Malaya, Indo-China, South China, and Burma, blue algae which do not live in North China, Manchukuo, Korea, and Japan. They found that upon the effect of a *Tolypothrix* vegetation the increase in crop yields amounted to 15% on well-cultivated, and 25% on less efficiently tilled fields, with the use of the same irrigation water on both. In P. K. DE's view, in nitrogen-fixation the main role is played by the blue algae, that of the bacteria being insignificant. This role of the blue algae is probably a major one in Hungary as well.

In the present writer's opinion the solution of the problem of whether there exists interaction between the bruzone disease of rice and algal vegetation is likely to be furnished by future research work on the nitrogen-fixing capacity of the blue algae.

SUMMARY

In the present paper the results are compared which in the course of the years 1950—1953 have been obtained from algological and hydrobiological studies involving rice fields of different geographical situation, established on different types of soil, and utilizing different kinds of irrigation water, in the rice-producing areas Besenyszög, Hortobágy, Kőröstarcsa, Kőrösladány, Mezőberény, Szeghalom, Sarkad, and Szarvas (cf. scetch map).

Rice fields are artificial biotopes of a quite peculiar character. The microbiocoenosis of them has two microassotiations: that of the water and that of the soil; the two are different, but not independent of each other.

Two different types of aquatic biotopes can be distinguished : one is that in the water over the rice, the other that of the water in the canals and laterals. The biocoenosis of aquatic biotopes is restricted to from 4 to 6 months, whilst the irrigation water is over the fields. Although the water used for irrigation is in continuous gentle flow, the microvegetation is nevertheless that of a stagnant body of water. For quality, the water over the rice is dependent on the quality of the irrigation water and the obtaining soil conditions. Water temperature is a function of air temperature.

The hydrogen-ion concentration in the water is contingent on the soil conditions and the irrigation-water quality; not infrequently, it is altered by the biocoenosis itself.* Over the rice, the pH value of the water used in flooding commonly decreases (cf. Table 1). The pH values of the irrigation water can be shown to change in dependence on the distances it covers. In water over the rice the pH varies between 7 and 9, in canal water it is usually somewhat higher. The pH in the water exerts an effect on both the micro- and the macroflora ; with similar pHs, similar micro- and macrovegetations are usually encountered.

The following vegetations were found to occur at the following pH values : *Najas* at 8 to 9 (10), *Utricularia vulgaris* at 7,5 to 8,5, *Lemna* at 7,5 to 8, *Elatine* alsinastrum at 7,5 to 8,5, *Marsilea quadrifolia* at 7,5 to 8, *Salvinia natans* at 7,5 to 7,6 *Riccia fluitans* at 7,5 to 7,7, *Chara* at 7,5 to 7,8, *Gloeotrichia natans* at 7,4 to 8,5, *Hydrodictyon reticulatum* at 7,5 to 8,5, *Cladophora fracta* at 7,3 to 8,5, *Euglena waterblooms* at 8 to 9 (10), *Desmidiaceae species* at 7,4 to 7,6, and iron bacteria at 7,4 to 7,6.

The effect exerted by changes in the pH upon the individual algal species is shown diagrammatically in Figs. 1 to 4 *(Spirogyra crassa, Sp. decimina, Sp. stictica, Cladophora fracta, Oedogonium oryzae, Gloeotrichia natans, Gl. raciborskii, Hydrodictyon reticulatum* and *Euglena proxima).*

Plants characteristic of rice fields usually grow best when the water over the rice is of its average pH, from 7,5 to 8,5 (9). The curve of *Euglena proxima* displays two peaks, and waterblooms show at low and high pH values in the spring and autumn, respectively ; in the summer, with the water at pH 7,5 to 8,5 they are but sporadic. After the harvest, in residual puddles, the pH value of the water frequently rises above 10.

In Table 1 are presented the summarized results of the temperature and pH measurements made in the individual rice fields.

A considerable part of the microassociation in the water consists of the plankton. The role played by associations epiphytic on the macrovegetation is also significant, but the benthos is poorly represented. In relation to other stagnant bodies of water, the rice fields in Hungary are rather rich in algal species. Alone from around Szarvas 228 algal species and 2 species of iron bacteria have been reported (KOL, 1954).

Several algal species are living in our rice fields, some of which are typical of the alkaline waters in this country, while others are rare on the Great Hungarian Plane. Up to the present, about 80 *Desmidiacea* species have been identified (cf. Table 2).

Each different type of macrovegetation has its typical microvegetation. The waters of major canals are inhabited by *Aphanizomenon flos aquae* and *Ceratium hirundinella*, which are uncommon in waters over rice.

Table 2 summarizes the results of investigations undertaken in the years 1950—1953. It incorporates the 120 algal and the 2 iron bacteria species which are outstandingly characteristic of rice fields in Hungary. They belong in the following taxonomic groups : *Algae : Cyanophyta* with 31 species, *Euglenophyta* with 8, *Chlorophyta* with 76, *Pyrrophyta* with 1, *Xanthophyta* with 4 species, and 2 iron bacteria.

Diagrams (Figs. 5 to 30) are attached to this paper to show the distinctive composition of algal associations in various rice fields. On comparing them it can be seen that similar ecological factors consequent upon changes in the natural conditions due to rice growing, give rise to largely similar alterations in the composition of the microvegetation. Compositional discrepancies are due in part to differing local hydrobiological and soil conditions, in part to original differences in the microflora.

The microvegetation of rice fields is subject to seasonal changes, the same as other microvegetations. The spring vegetation is a typical mass of filamentous green algae. In summer, the *Cyanophyta* show prolific reproduction. After the irrigation water is drawn off, diverse *Euglena* species form waterblooms in the residual puddles. When these puddles also dry up, the

*Changes in the pH value of the water indicate changes in the chemism of the water; in alkaline soils, they are indicative of alterations in the salt concentration of the water

aquatic microvegetation cedes its place to one which is aerophytic. These seasonal changes are presented diagrammatically in Figs. 31 to 35.

Several factors contribute to the formation of algal vegetations in rice fields and are responsible for the import of ever newer species ; first, there is the original plant coverage of the area, then the irrigation water, then the birds, the wind, the seed used, the fertilizers applied, and finally the actions of man and his animals, unfolded in the rice fields during cultural practices.

In the rice fields of Hungary there live many algal species which have been described from rice producing areas in other countries, even continents.

An enemy of the rice plant is „blanket algae". This is a mass of filamentous green algae, with *Cladophora fracta* and *Rhizoclonium hieroglyphicum*, which can cause immense damage to crops. The fight against it is an unceasing one. It is also typical of the alkaline waters in this country. In the Soviet Union, these masses of fresh-water algae are utilized for diverse industrial purposes.

Another enormous mass vegetation in rice fields in Hungary is *Gloeotrichia natans*, but this is far less disastrous to the plant.

Algal vegetations can also be of beneficial effect ; by fixing atmospheric nitrogen the blue algae are very conducive to the growth and development of the rice plant.

LITERATURE

1. Bodola, L. : 1888. — A rizs termesztéséről Magyarországon. (Rice growing in Hungary.)— Term. Tud. Közlöny **2.** 25. p. 178—183.
2. Bogdánffy, Ö. : 1920. — A magyar rizs. (Hungarian rice.) — Term. Tud. Közlöny **52.** p. 223—29.
3. Borbás, V. : 1881. — Békés vm. flórája. (Flora of the county Békés.) — Ért. a Term. Tud. köréből. MTA Kiad. **11.** 18. p. 44.
4. Csapody, V. : 1953. — A rizs gyomnövényei. (Weeds in rice fields.) — Ann. Hist. Nat. Mus. Nat. Hung. Ser. nov. Tom. **4.** p. 35—45.
5. De, P. K. : 1939. — The role of blue-green algae in nitrogen fixation in the rice-fields. — Proc. of the Royal Soc. of London. Ser. B-Biol. Sciences, vol. **127.** p. 121—139.
6. Entz, G.—Kottász, J.—Sebestyén, O. : 1937. — Quantitativ tanulmányok a Balaton bioszesztonján. — Quantitative Untersuchungen am Bioseston des Balatons. — Ann. Hist. Biol. (Tihany) Acad. Sc. Hung. vol. **9.** p. 1—152.
7. Gollerbach, M. M.—Poljanskij, V. I. : 1951. — Пресноводные водоросли и их изучение. Москва. — Определитель пресноводных водорослей СССР. **1.** p. 1—199.
8. Geitler, L. : 1930—32. — Cyanophyceae. — In Rabenhorst's Kryptogamen Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 2 Aufl. Bd. **14.** p. 1—1196. Leipzig.
9. Gutwinski, R. : 1902. — De algis a Dre M. Raciborski anno 1899. in insula Jáva collectis. — Bull. Intern. de l'Academi de Sc. de Cracovie. p. 575—617. Cracovie.
10. Halász, M. : 1940. — A Velencei tó fitoplanktonja. — Das Phytoplankton des Velenceer See's. — Bot. Közl. **37.** 5—6. p. 251—277. Budapest.
11. Holsinger, E. C. T. : 1935. — Preliminary note on Algae from the soil Ceylon. — The Journal of Botany p. 305—311.
12. Hortobágyi, T. : 1939. — A Tisza „Nagyfa" holt ágának phytoplanktonja qualitatív vizsgálata. — Qualitative Untersuchungen des Phytoplanktons des toten Armes "Nagyfa" der Tisza. — Folia Cryptogamica, Szeged, Vol. **2.** Nr. 3. p. 151—208.
13. Hortobágyi, T. : 1950. — Biocoenotikai tanulmányok a Balaton somogyi nyílt vizén, tekintettel a halak táplálkozására. (Studies on the biocoenosis in the open wateron the southern site of Lake Balaton, with special regard to the nutrition of fish.) — Bp. Tud. Egy. Biol. Int. Évk. **1.** p. 199—299.
14. Kiss, I. : 1939. — Békés vm. szikes vizeinek mikrovegetációja. I. Orosháza és környéke. — Die Mikrovegetation der Natrongewässer des Komit. Békés. I. Orosháza und dessen Umgebung. — Folia Cryptogamica, Szeged, Vol. 2. Nr. 4. p. 217—266.
15. Kol, E. : 1925. — Előmunkálatok a Nagy Magyar Alföld moszatflórájához. — Vorarbeiten zur Kenntnis der Algenflora des ungarischen Nagy alföld I. Szeged und Umgebung. — Folia Cryptogamica, Szeged, Vol. **1.** Nr. 2. p. 65—88.
16. Kol, E. : 1931/a. — Előmunkálatok a Nagy Magyar Alföld moszatvegetációjához. II (Vorarbeiten zur Kenntnis der Algenflora des ungarischen Nagy Alföld (Grosse Tiefebene) II. — Acta Biologica. Tom. **2.** p. 46—62. Szeged.
17. Kol, E. : 1931/b. — Zur Hydrobiologie eines Natronsees bei Szeged in Ungarn. — Verh. d. Intern. Verein f. th. u. angew. Limnologie Bd. **5.** Teil. 1. p. 103—157.

18. Kol, E.: 1938. — A Nagy Balaton algavegetációja. — Die Algenvegetation des Balaton Sees. — M. Biol. Kut. Int. Munkái **10.** p. 154—159. Tihany.
19. Kol, E.: 1954. — Algológiai és hydrobiológiai vizsgálatok a Szarvas környéki rizstelepeken. I. (Algologische und hydrobiologische Untersuchungen in den Reisfeldern bei Szarvas. I. — Ann. Hist. Nat. Mus. Nat. Hungarici. Ser. nov. Tom. **5.** 1954.
20. Koren, I.: 1883. — Szarvas virányának második javított és bővített felszámolása. (Second and enlarged amount of the flora around Szarvas.) — Szarvasi főgimn. évi jelentése 1882/83-ról p. 52. Gyula.
21. Krieger, W.: 1933—37. — Die Desmidiaceen. — In Rabenhorst's Kryptogamen Flora Deutschlands, Österreich und der Schweiz, 2. Aufl. Bd. **13.** Abt. 1. p. 1—712.
22. Maucha, R.: 1952. — Hydrochemische Methoden in der Limnologie. — In Thienemann: Die Binnengewässer Bd. **12.** p. 1—173.
23. Maucha, R.: 1949. — A korszerű limnológia fejlődése és mai állása. — Hidrol. Közlöny **29.** 7—8. p. 195—201.
24. Molisch, H.: 1926. — Pflanzenbiologie in Japan. p. 1—270. Jena.
25. Nagy, I.: 1937. — Szeged környéke három szikes vize phytoplanktonjának quantitatív vizsgálata. (Quantitative studies on the phytoplankton of three bodies of alkaline water near Szeged.) — Acta Biologica **4.** 2. p. 208—241.
26. Palik, P.: 1934. — Adatok a Veresegyházi tó algaflórájához. — Beiträge zur Kenntniss der Algenflora des Veresegyházer See's. — Index Horti Bot. Univ. Budapestinensis 1. p. 41—65.
27. Palik, P.: 1937. — A Pusztaszentjakabi tó algái. — Die Algen des Pusztaszentjakaber Teiches. — Math. és Term. Tud. Évk. **55.** p. 592—610. Budapest.
28. Pavlovskaya, E. N.—Shadina, V. I.: 1950. — Жизнь пресных вод СССР. **3.** Изд. АН — p. 1—910. Москва—Ленинград.
29. Szabados, M.: 1936. — Euglena vizsgálatok. — Euglena Untersuchungen. — Acta Biologica Tom. **4.** 1. p. 49—95. Szeged.
30. Szabados, M.: 1949. — A Fehér-tó Volvocales és Flagellata vegetációja. (Volvocales and Flagellata vegetation in the Fehér lake.) — Hidrol. Közl. **29.** 7.—8 p. 212—19.
31. Szabados, M.: 1952. — A kiskunhalasi Nagy Sóstó és Fehértó algavegetációja. (Algae vegetation in the Nagy Sós and Fehér ponde in Kiskunhalas.) — Hidrol Közl. **32.** 3—4. p. 91—96.
32. Ubrizsy, G.: 1948. — A rizs hazai gyomnövényzete. (Weeds in rice fields in Hungary.) — Acta Agrobot. Hungarica Tom. **1.** 3—4. p. 1—43.
33. Woynarovich, S.: 1949. — Pontyivadék tenyésztése rizsföldön. — Élevage des alevins de carpe dans les rizières. — Hidrol. Közlöny **29.** p. 115.
34. Watanabe, A.—Nishigaki, S.—Konishi, B.: 1951. — Effect of Nitrogen-Fixing Blue-Green Algae on the Growth of Rice Plants. — Natur. **168.** p. 748—49.
35. West, W.—West, G. S.—Carter, N.: 1904—1923. — A monograph of the British Desmidiaceae. 1—5. Ray. Soc. London.
36. Woloszynska, J.: 1912. — Das Phytoplankton einiger javanischer Seen mit Berücksichtigung des Sawa-Planktons. — Bull. Intern. de 1, Academie des Sc. de Cracovie Ser. B. p. 649—709. Cracovie.
37. Zhadina, V. I.: 1949. — Жизнь пресных вод СССР. **2.** — Изд. АН. p. 1—537. Москва—Ленинград.

АЛЬГОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА РИСОВЫХ ПЛАНТАЦИЯХ В ВЕНГРИИ

Э. КОЛ

Резюме

В статье дается сопоставление результатов гидробиологических и альгологических исследований, проведенных в 1950—53 гг. на рисовых плантациях различного географического положения, созданных на различных почвах и затопляемых водой различного качества (см. карту) в окрестности Бешеньсёг, Хортобадь, Кёрёштарча, Кёрёшладань, Мезёберень, Сегхалом, Шаркад и Сарваш.

Рисовые плантации представляют собой искусственно созданные биотопы совершенно специального характера, микробиоценоз которых состоит из двух различных, но зависимых друг от друга ассоциаций микроорганизмов, из ассоциаций микроорганизмов воды и почвы.

На рисовых плантациях существуют два различных водных биотопа, а именно вода рисовых полей, и вода каналов. Длительность жизни биоценозов водных биотопов всего 4—6 месяцев, то есть тот срок, пока рисовые поля затопляются водой. Вода рисовых плантаций находится в постоянном, медленном движении, но ее микровегетация имеет все же характер стоячей воды. Качество воды определяется прежде всего качеством применяемой для затопления воды и почвенными условиями рисового поля. Температура воды является функцией колебаний температуры воды и воздуха.

Концентрация водородных ионов в воде зависит от почвенных условий рисовых плантаций и от качества применяемой для затопления воды, но во многих случаях сам биоценоз изменяет ее.* Величина pH оросительной воды на рисовых полях как правило изменяется, уменьшается (см. табл. I). Во многих случаях можно проследить за постепенным изменением величины pH оросительной воды. Величина pH воды на рисовых полях колеблется между 7 и 9, вода же каналов, как правило, показывает величину pH выше этого. Величина pH воды влияет на образование как макро- так и микровегетации. Измерения автора, проведенные на различных местах, в различное время доказывают, что при одинаковых величинах pH, как правило, развивается одинаковая макро- или же микровегетация.

При величинах pH 8—9 (10) наблюдается вегетация Najas, при pH 7,5—8,5 — Utricularia vulgaris, при pH 7,5—8 вегетация — Lemna

при pH 7,5—8,5 — вегетация **Elastine alsinastrum**,
при pH 7,5—8 — вегетация **Marsilea quadrifolia**,
при pH 7,5—7,6 — вегетация **Salvinia natans**,
при pH 7,5—7,7 — вегетация **Riccia fluitans**,
при pH 7,5—7,8 — вегетация **Chara**,
при pH 7,4—8,5 — вегетация **Gloeotrichia natans**,
при pH 7,5—8,5 — вегетация **Hydrodiction reticulatum**,
при pH 7,3—8,5 — массовое появление **Cladophora fracta**,
при pH 8—9 (10) — водоцветение **Euglena**,
при pH 7,4—7,6 — виды **Desmidiaceae**,
при pH 7,4—7,6 — железобактерии.

Действие изменения величины pH воды на различные виды водорослей (рис. 1—4) изображается на графиках (**Spirogyra crassa, Sp. decimina, Sp. stictica, Cladophora fracta, Oedogonium oryzae, Gloeotrichia natans, Gl. raciborskii, Hydrodictyon reticulatum, Euglena proxima**).

Характерные для рисовых плантаций растения достигают максимума своего развития в большинстве случаев при общем pH воды рисовых полей, то есть при pH 6,5—8,5 (9). Кривая **Euglena proxima** показывает два максимума, водоцветение наблюдается при низких и больших величинах, то есть весной и осенью. При летних величинах pH воды (7,5—8,5) водоцветение наблюдается только изредка. В воде луж, оставшихся на рисовых полях после уборки, величина pH часто превышает значение 10.

На табл. I. автор суммирует результаты измерений температуры и pH, проведенных на различных рисовых плантациях.

Значительная часть биоценозов микроорганизмов воды ходит в состав планктона. Большую роль играют эпифиты, поселяющиеся на макровегетации, а бентос незначителен. По сравнению со стоячими водоемами Венгрии альгиновая вегетация рисовых плантаций богата видами. Только в окрестности Сарваш было обнаружено 228 видов водорослей и 2 вида железобактерий (Кол 1954).

На рисовых плантациях живут многочисленные виды водорослей, представляющих собой характерные растения венгерских засоленных водоемов, однако, в воде рисовых полей поселяется также ряд видов водорослей, которые только изредка встречаются в Большой Венгерской низменности. В воде венгерских рисовых плантаций до сих пор было определено 80 видов Desmidiacea (см. табл. I. и II.).

Различные типы макровегетации обладают характерной микровегетацией. В воде больших каналов живут виды **Aphanizomenon flos-aquae** и **Ceratium hirundinella**, которые не встречаются в воде рисовых полей.

На второй таблице автор суммирует результаты своих исследований, проведенных в 1950—53 гг. На табл. приведены 120 видов водорослей и 2 вида железобактерий, которые представляют собой самые характерные виды венгерских рисовых плантаций.

* Изменения величины pH воды показывают изменения, имевшие место в химизме воды, а на засоленных территориях — изменения содержания солей в воде.

Эти виды относятся к следующим систематологическим группам: Водоросли: **Cyanophita 31, Euglenophyta 8, Chlorophyta 76, Pyrrophyta 1, Xanthophyta 4,** железобактерии 2 вида.

Характерный состав биоценозов водорослей, обнаруженных на различных рисовых плантациях, изображается на диаграммах водорослей (рис. 5—30). Если сопоставить диаграммы водорослей рисовых плантаций на различных территориях, то выявляется, что вследствие преобразования природы, связанного с выращиванием риса, возникают подобные ойкологические факторы, которые оказывают на состав микровегетации в общем и целом подобные действия. Различия в составе альгиновой вегетации на различных рисовых полях обусловливаются отчасти местными почвоведческими и гидробиологическими условиями, а отчасти отклонениями первоначальной микрофлоры на данной территории.

Микровегетация рисовых плантаций проявляет периодичные изменения. Весенняя вегетация характеризуется массовым появлением нитчатых зеленых водорослей, а летом размножается множество видов синезеленых водорослей. В лужах, оставшихся на рисовых полях после окончательного сброса воды, различные виды евглены вызывают цветение воды. А затем, после высыхания воды, водная микровегетация заменяется аэрофитами. Рис. 36—47 показывают на диаграммах периодичные изменения составов альгиновой вегетации.

Диаграммы на рис. 31—35 показывают состав микровегетации рисовых плантаций на различных территориях.

В образовании альгиновой вегетации и в поселении новых видов водорослей на рисовых плантациях участвуют различные факторы: прежде всего аборигенная растительность данной территории, оросительная вода, затем пернатое население, ветры, посевной материал, удобрение, и в процессе обработки почвы также и человек и животные.

На венгерских рисовых плантациях живут многочисленные виды водорослей, обнаруженные в рисовых полях других стран, а даже других континентов.

К врагам риса относятся также и водоросли, в частности множество нитчатых зеленых водорослей главные представители которых: **Cladophora fracta** и **Rhizoclonium hieroglyphicum** могут нанести неизмеримый вред. На рисовых полях проводится постоянная борьба с водорослями. Эта массовая вегетация характерна для венгерских засоленных водоемов. Такая громадная масса пресноводных водорослей используется в Советском Союзе для различных практических целей и для промышленной обработки.

Наблюдается и другая массовая вегетация водорослей на венгерских рисовых плантациях. Она создается неизмеримым множеством **Gloeotrichia natans**, однако, этот вид гораздо менее вредоносен для рисовых растений, чем вышеупомянутая массовая вегетация.

Альгиновая вегетация может быть также и полезной для рисовых растений, так как синезеленые водоросли связывают азот из воздуха, благодаря чему они в значительной степени способствуют росту и развитию риса.

Table II. *Comparative data on the microvegetation and on the*

Besenyszög						Hortobágy						Microorganisms
Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	
												Algae
												Cyanophyta
												Chroococcaceae
						b	31, 7	23	7,8—8,5	1—2	B	1. *Chrococcus minutus* (Kg.) Näg. ....
c	20, 9	12	8,5—9	4—5	V							
b	17, 7	22—24	7,5—8	1	S V							2. *Gomphosphaeria lacustris* Chodat ...
b	5, 10	14	7,6—8,5	1—2	S							
c	8, 19, 9	16—18	7,5—9	1—2	H S							
												3. *Merismopedia punctata* Meyen.....
b	5, 10	15	7,6—9	2	V	b	31, 7	23	7,8—8,5	2	B	
						b	26, 9	16	7,5—9	1—2	B	
c	11, 6	—	7,5—8	1—3	V							
c	19, 9	16—18	7,5—9	1—3	S							
												4. *Merismopedia tenuissima* Lemm. ...
b	16, 7	23	7,5—8	1—2	J V	b	17,5	17	8,6	1	M	
b	5, 10	15	7,6—8,5	2—3	S V							
c	10, 11, 6	—	7,5—8,5	1—2	J V							
c	18, 19, 9	16—18	7,5—9	1—3	H S							
												5. *Rhabdoderma lineare* Schmidle et Lauterb.....
b	18, 7	23	7,5—7,6	2—4	H							
b	5, 10	14	7,6—8,5	2—3	S							
												Nostocaceae
b	16, 17, 7	22—24	7,5—8	1—2	H J S V	b	26, 9	16	7, 5—8	1—2	B	6. *Anabaena catenula* (Kg.) Born. et Flach.....
b	5, 10	14	7.6—9	1	S							
c	18, 9	18	8—9	2	J							7. *Anabaena constricta* (Szafer) Geit ler
b	17, 18, 7	22—24	7,5—8	1—3	H V	b	17, 5	17	8,6	1—2	M	8. *Anabaena sphaerica* var. *tenuis* G.S.
b	5, 10	15	7,6—9	1—3	S	b	30, 7	26	7,8—8,5	2—3	K	West .....
c	10, 11, 6	—	7,5—8,5	1—2	J V							
c	19, 9	16—18	7,5—9	1	S							
												9. *Anabaena viguieri* Denis et Frémy
b	5, 10	15	7,6—8,5	1	S	b	30, 31, 7	23—26	7,8—8,5	1—2	BK	
c	10, 11, 6	—	7,5—8,5	1	J V							
c	19, 9	16—18	7,5—9	1	S							10. *Aphanizmenon flos-aquae* (L.) [illegible]
												11. *Cylindrosprmum stagnale* (Kg. Born. et Flah. .....
b	16, 18, 7	22—24	7,5—8	3—6	J H V	b	30, 7	26	7,8—8,5	2—6	K	
b	4, 5, 10	15	7, 6—9	2—3	J S							
c	10, 11, 6	—	8,5	2—4	J V							
c	19, 9	16—18	7,5—9	2	S							
b	17, 7	22—24	7,5—8	1—2	S	b	17, 5	17	8,6	1—3	M	12. *Nodularia spumigena* Mertens ....
c	10, 11, 6	—	7, 5—8, 5	2—3	J V	b	26, 9	16	7,5—9	1	B	

different measurements made in the various rice fields

Mezőberény—Kőröstarcsa—Kőrösladány—Szeghalom						Sarkad						Szarvas					
Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence
												a	26, 8	24—25	7,5—7,7	2	A Z
												b	10,10	3	7,5—8	2	P
c	22, 8	25	7,5	1—2	L												
												b	5, 7,7	18—26	7,5—8,2	1—4	APR
c	23, 8	17—20	7,8—8,5	1—2	T												
d	9, 7	27	7,2—8	1—2	G	d	8,7	26	7,5—9	1							
d	4, 5,9	10—27	7,3—9	2—3	E L T	d	3,9	—	7,4—10	1—2							
												a	20, 7	26	7,6	2	A
												b	5, 7,7	18—26	7,5—8,2	1—4	APR
												b	10,12,10	3—14	7,5—8,5	1—2	APZ
c	23, 8	17	7,8—8,5	1—2	T												
c	18,10	3—11	7,2—8,5	1—2	E T												
						d	8,7	26	7,5—9	2							
d	9,11,7	20—27	7,2—8	1—2	G L T	d	3,9	—	7,4—10	1							
d	4, 5,9	10—25	7,3—9	1—3	E L T												
												a	24,26,8	21—26	7,5—8	2—3	APZ
												b	5, 7,7	25—26	7,5—8,2	1—3	A
												b	11,12,10	14	8—9	2—4	AZ
c	23, 8	17—20	7,8—8,5	2—4	T												
c	18,10	3—11	7,2—8,5	2—3	E T												
d	10, 7	27	7,2—8	1—2	G T	d	3,9	—	7,4—10	1—2							
d	4, 9	10—25	7,3—9	1—2	E T												
d	16,10	15	7,4—8,5	1—2	E												
												a	26,8	24	7,7	5	A
												b	5,6,7	18—25	7,8—8	5—6	AR
c	23, 8	17—20	7,8—8,5	4—5	T	c	17,10	15	7,5—8	4—5							
												b	9,12,10	3—14	7,5—8,5	1—3	AP
c	18,10	11	7,2—8,5	1—3	T												
d	9, 7	27	7,2—8	5	G	d	8,7	26	7,5—9	1—2							
						d	3,9	—	7,5—10	1—2							
												a	26,8	24—25	7,5—7,7	2—4	APZ
												b	6,7,7	22—26	7,7—8,2	2—4	APR
												b	10,10	3	7,8—8	2	P
						d	17,7	26	7,5—9	2—3							
												b	7,7	26	8,2	1	A
												b	9,12,10	3—14	7,7—9	1—3	APR
c	22, 8	25	7,5	3—4	L	c	21,8	25	8,5—9	1							
						d	8,7	26	7,5—9	2—3							
												a	26, 8	24	7,7	3	Z
						c	17,10	15	7,5—8	1—2							
												a	20,21, 7	25—26	7,6—8	2—7	AP
												b	6, 7, 7	22—26	8—8,2	1—3	AR
												b	10,12,10	3—14	8	1—6	AP
c	18,10	17	8—8,5	3—4	T												
												a	24, 8	21—26	7,5—8	3—6	APZ
												b	5, 7, 7	22—26	7,5—8,5	2—5	APR
												b	9,12,10	3—14	7,5—9	1—3	APRZ
c	22,23,8	17—25	7,5—8,5	2—5	L T												
c	18,10	3	8—8,2	1—2	E												
d	9,10,7	26—27	7,4—8	2—4	G T	d	8,7	26	7,5—9	2—3							
d	4, 5,9	10—25	7,3—9	3—5	E L T	d	3,9	—	7,4—10	2							

Besenyszög						Hortobágy						Microorganisms
Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	
c	18, 9	18	8,5	4—5	J							13. *Nostoc paludosum* Kg.
												Rivulariaceae
b	16, 18, 7	23	7,5—7,6	4—6	H J	b	30, 31, 7	23—26	7,8—85	4—6	B K	14. *Gloeotrichia natans* Rabenh.
						b	26, 9	16	7,5—9	4—6	B	
						b	31, 7	23	7,8—8,5	1—2	B	15. *Gloeotrichia pisum* Thuret
b	16, 17, 7	22—24	7,5—8	1—2	J V	b	30, 31, 7	23—26	7,8—8,5	2—6	B K	16. *Gloeotrichia raciborskii* Wol.
c	10, 6	—	8,5	3—6	J							
												Oscillatoriaceae
b	16, 7	23	7,5	1	J	b	31, 7	23	7,8—8,5	1	B	17. *Lyngbya circumrceta* G. S. West
b	5, 10	15	7,6—8,5	2—4	S V	b	30, 7	26	7,8—8,5	2	K	18. *Lyngbya epiphytica* Hieron.
c	11, 6	—	7,5—8	2—3	H V							
c	18, 9	18	8—9	2—5	H V							
b	16, 17, 7	22—24	7,5—8	3—5	J V	b	31, 7	23	7,8—8,5	1—3	B	19. *Lyngbya lagerheimii* (Möb.) Gom.
						b	6, 9	16	7,5—9	1—3	B	
c	11, 6	—	7,5—8	4—5	V							
b	17, 18, 7	22—24	7,5—8	1—3	S V	b	30, 31, 7	23—26	7,8—8,5	1—2	BK	20. *Lyngbya limnetica* Lemm.
b	5, 10	15	7,6—9	1	S V	b	25, 9	15	8,5	3—4	B	
c	10, 6	—	8,5	1	J							
c	19, 9	16—18	7,5—9	2	S							21. *Lyngbya maior* Lemm.
b	16, 17, 7	22—24	7,5—8	1	J V	b	26, 9	16	7,5—9	3	B	22. *Oscillatoria acutissima* Kuff.
b	5, 10	15	7,6—9	2—3	S V							
c	10, 6	—	8,5	1—2	J							
c	19, 9	16—18	7,5—9	1—2	S							
b	5, 10	15	7,6—8,5	2	V							23. *Oscillatoria formosa* Bory
c	11, 6	—	7,5—8	1	V							
c	18, 9	18	8,5	1—2	J							
												24. *Oscillatoria limnetica* Lemm.
						b	26, 9	16	7,5—9	1—2	B	25. *Oscillatoria limosa* Ag.
c	19, 9	16—18	7,5—9	1—2	S							26. *Oscillatoria planctonica* Wol.
	10, 6	—	8,5	1—2	J							27. *Oscillatoria splendida* Grev.
b	5, 10	15	7,6—8,5	1—2	S							
b	17, 7	22—24	7,5—8	1	V							28. *Oscillatoria tenuis* Ag.
b	5, 10	15	7,5—9	1—2	V							
c	19, 9	16—18	7,5—9	2—3	S							
b	18, 7	23	7,5—7,6	1—2	H							29. *Phormidium ambiguum* Gom.
c	10, 11, 6	—	7,5—8	1—2	J V							

Mezőberény—Kőröstarcsa—Kőrösladány—Szeghalom						Sarkad						Szarvas					
Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence
c	23, 8	17—20	7,8—8,1	1—2	T	c	21, 8	25	8,5—9	3—5							
d	9, 11, 7	20—27	7,2—8	1—3	G L	d	8, 7	26	7,5—9	1—6							
						a	23, 7	26	7,5	2—3		a	24, 26, 8	21—26	7,4—8	3—6	A P
												b	5, 7, 7	22—26	7,5—8	3—6	A P R Z
												b	9, 10	11	8,5	5	A
c	23, 8	17—20	7,8—8,5	5	T												
c	18, 10	3—11	7,2—8,2	2	T												
d	9, 11, 7	20—27	7,1—8	2—5	G L T	d	8, 7	26	7,5—9	4—5							
d	4, 9	10—25	7,3—9	2—3	T												
												a	25, 26, 8	22—24	7,7	4—5	P Z
												b	9, 10	11	8,5	2	A
c	23, 8	17—20	7,8—8,5	5	T												
d	9, 7	27	7,2—8	1—2	G												
d	4, 9	10—25	7,3—7,5	1—2	E												
												b	6, 7	22	7,8	1—2	R
c	23, 8	17—20	7,8—8,5	1—2	T												
d	4, 9	10—25	7,3—9	1—2	T												
												a	26, 8	21—26	7,5—8	2—3	A Z
c	22, 23, 8	17—25	7,5—8,8	1—2	L T												
c	18, 10	3—11	7,2—8,2	1—3	E T												
d	4, 5, 9	10—25	7,3—9	2	L T												
												a	25, 26, 8	22—25	7,7	3—5	A P
												b	6, 7, 7	22—26	7,7—8,2	2	A P R
												b	9, 12, 10	11—14	8—9	1—4	A Z
c	23, 8	17	8—8,5	1—2	T												
d	9, 7	27	7,1—8	1—2	G												
d	4, 9	10—25	7,3—9	1—2	T												
												a	20, 7	26	7,5—8	2	A
												b	5, 7, 7	18—26	7,5—8,2	1—3	A R
												b	9, 12, 10	3—14	7,5—8,5	1—5	A P Z
c	23, 8	17—20	7,8—8,5	2	T	c	21, 8	25	8,5—9	2							
c	18, 10	3—11	7,2—8,5	2—4	E T	c	17, 10	15	7,5—8	1—2							
d	10, 7	26—27	7,2—7,5	1—2	G T												
c	23, 8	17—18	7,8—8,5	2	T												
c	18, 10	4—11	7,2—8,5	2—3	T												
												b	6, 7, 7	22—26	7,7—8,2	2—4	A P R
												b	10, 12, 10	3—14	7,8—8	1—3	A P
c	22, 23, 8	17—25	7,5—8,8	3	L T												
c	18, 10	4—11	7,2—8,5	1—2	T												
d	9, 7	27	7,1—8	3—4	G	d	3, 9	—	7,4—10	1—2							
												b	7, 7	26	8,2	1	A
						d	25, 10	—	—	2—5							
												a	20, 7	26	7,8	3	A
												b	6, 7	22	7,8	2	R
c	18, 10	4—11	7,2—8,2	4	T												
												b	5, 7, 7	22—26	7,5—8,2	1—3	A Z
												b	10, 12, 10	3—14	7,7—9	2—5	A P R Z
												a	21, 7	25	7,6	2	P
												b	10, 10	3	7,7	4	P
c	22, 8	25	7,5—7,9	5—6	L												
c	18, 10	4—11	7,2—8,2	1—2	T												
d	8, 7	27	7,2—8	1—3	G												
d	17, 10	15	7,4—10	2—6	G												
												a	21, 7	25	7,6	2—4	P
												b	6, 7	22	7,8—8	2	Z
												b	10, 12, 10	3—14	7,5—9	1—3	A P R Z
d	17, 10	15	7,4—10	1—2	G												
												b	5, 7	25	7,7	1—2	A
												b	9, 11, 10	3—14	7,5—9	1—3	A P R Z
c	23, 8	17—20	7,8—8,5	1—2	T												
						d	3, 9	—	7,4—10	1—2							

Besenyszög						Hortobágy						Microorganisms
Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	
												30. *Spirulina jenneri* (Stiz.) Geitl.
b	17, 18, 7	22—24	7,5—8	2—3	J S V	b	17, 5	17	8,6	3	M	31. *Spirulina maior* Ag.
b	5, 10	15	7,6-8,5	3—5	S V							
c	10, 11, 6	—	7,5-8,5	1—3	J V							
c	18, 9	18	8—9	1—2	J							
												Euglenophyta
						b	26, 9	16	7,5—9	1	B	32. *Euglena acus* Ehrenb. .....
c	19, 9	16—18	7,5—9	1	S							
b	17, 7	22—24	7,5—8	1	S							33. *Euglena intermedia* (Klebs) Schmitz
b	18, 7	23	7,5—7,6	1	J							34. *Euglena oxyuris* Schmarda .....
b	17, 7	—	—	1—2	S	b	17, 5	17	8	7	K	35. *Euglena proxima* Dang. .....
						b	30, 7	26	7,8-8,5	6	K	
						b	25, 26, 9	16	7,5—9	3—6	B K	
c	18, 19, 9	—	—	7	H S V							36. *Euglena tripteris* (Duj.) Klebs .....
						b	31, 7	23	7,8-8,5	1—2	B	
						b	25, 9	15	8,5—9	2—7	K	
						b	25, 9	25	8,5—9	7	K	37. *Phacus anacoelus* Stokes .....
												38. *Phacus longicauda* (Ehrenb.) Duj...
b	17, 18, 7	22—24	7,5—8	1—2	H J S V	b	30, 31, 7	23—26	7,8-8,5	1—2	K	39. *Phacus pleuronectes* (O. F. M.) Duj.
						b	26, 9	16	7,5—9	1—2	B K	
c	18, 9	18	8—9	1	H J							
												Chlorophyta
												Volvocales
b	17, 18, 7	22—24	7,5—8	1—2	H J S V	b	30, 31, 7	23—26	7,8—9	1—3	B K	40. *Characiochloris epizootica* Pascher ..
c	10, 11, 6	—	7,5-8,5	2—4	J V							
						b	31, 7	23	7,8-8,5	1	B	41. *Eudorina elegans* Ehrenb.....

Mezőberény—Kőröstarcsa—Kőrösladány—Szeghalom						Sarkad						Szarvas					
Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence
												a	20, 7	26	7,6	2	A
												b	5, 6, 7	22—25	7,7—7,8	1—3	A R
c	23, 8	17—20	7,8—8,5	1—2	T												
c	18, 10	3—11	7,2—8,5	1—2	E T												
												a	26, 8	24	7,7	3	Z
												b	5, 7, 7	22—26	7,5—8,2	1—4	A P R
												b	10, 12, 10	3—14	7,5—9	1—4	A P Z
c	18, 10	3—11	7,2—8,5	1—2	E T												
d	9, 10	26—27	7,1—8	1—4	G T												
d	17, 10	15	7,4—8,5	2—3	G												
												a	25, 8	22	7,8—8	2	P
												b	11, 10	12	9	1	Z
c	23, 8	17	8—8,5	1	T												
d	11, 7	20	7—7,3	1—2	L												
d	17, 10	15	7,4—8,5	1—2	G												
d	17, 10	15	7,4—8,5	1—3	G												
												b	6, 7	22	7,7	1	P
												b	10, 10	3	7,8	1	P
d	11, 7	20	7—7,3	1—2	L												
d	4, 9	10—25	7,3—9	1—2	T												
d	17, 10	15	7,5—8,5	2—6	G												
												b	6, 7	22	7,6	1	P Z
												b	9, 12, 10	3—14	7,8—9	1—2	A P R Z
c	22, 8	25	7,5—8,8	1	L	c	17—10	15	7,5—8	1—2							
d	9, 11, 7	20—27	7,1—8	2	G L												
d	4, 9	10—25	7,3—7,5	1—2	E												
d	16, 17, 10	15	7,4—9	2—6	G T												
												a	20, 21, 7	25—26	7,5—7,6	2	A P
d	4, 9	10—25	7,2—7,5	1	E												
d	16, 10	15	7,4—8,5	1	G												
												b	10, 10	3	7,7	1	P
						c	21, 8	25	8,5—9	1—2							
d	9, 10, 7	26—27	7,2—7.5	1	E G												
d	4, 9	10—25	7,3—7,5	1—2	E												
												b	12, 10	14	8	1	A
c	22, 8	25	7,5—8,8	1—2	L												
d	9, 11, 7	20—27	7,1—8	1—2	G L												
d	17, 10	15	7,4—8,5	1	G												
												a	24, 26, 7	21—26	7,5—8	2	A P Z
												b	5, 6, 7	22—25	7,7—7,9	1	A P R
												b	10, 12, 10	3—14	7,5—9	1	A P R Z
c	22, 8	25	7,5—8,5	1	L	c	21, 8	25	8,5—9	1—2							
c	18, 10	4—11	7,2—8,5	1	T												
d	9, 11, 7	20—27	7,2—8	1—2	EGLT												
d	4, 9	10—25	7,3—9	1—2	E L T												
d	17, 10	15	7,4—8,5	1—2	G												
												b	5, 7, 7	22—26	7,5—8,2	2—6	A P R
c	22, 23, 8	17—25	7,5—8,8	2—3	L T	c	21, 8	25	8,5—9	2—3							
d	9, 10, 7	26—27	7,1—8	1—3	E G T	d	3, 9	—	7,4—9	2							
d	4, 9	10—25	7,3—7,5	3	E												
												a	25, 8	22	7,6	1	P
												b	6, 7	22	7,7	2	R
												b	10, 10	3	7,7	2	P
c	22, 23, 8	17—25	7,5—8,8	1—2	L T	c	21, 8	25	8,5—9	1							
d	9, 11, 7	20—27	7,1—8	1—4	EGLT	d	8, 7	26	7,5—9	1—2							
d	4, 9	10—25	7,2—9	1—2	T	d	3, 9	—	7,4—9	1—2							

Besenyszög						Hortobágy						Microorganisms
Year in which collected	Date when collected	Water temperature in C°	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in C°	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	
						b	30, 31, 7	23,25	7,8—8,5	1—4	B K	42. *Pandorina morum* (Müller) Bory...
c	20, 9	12	8,5—9	1	V							
												43. *Volvox aureus* Ehrenb. .....
												Chlorococcales
b	5, 10	15	7,6—8,5	2	S V	b	30, 7	26	7,8—8,5	1—2	K	44. *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs
						b	26, 9	16	8,6	1—3	B	
c	11, 6	—	7,6—8,5	1—4	J V							
c	18, 20, 9	12—18	8—9	1—4	J S V							
												45. *Coelastrum microporum* Näg. .....
b	17, 7	22—24	7,5—8	1—2	V	b	31, 7	23	7,5—8,5	1—2	B	
b	5, 10	15	7,5—8	1—2	V	b	26, 9	16	7,5—9	1—3	B	
c	11, 6	—	8,5	1—2	J V							
c	19, 9	16—18	7,5—9	2—4	S							
												46. *Dictyosphaerium ehrenbergianum* Näg.
b	17, 7	22—24	7,5—8	1	V	b	31, 7	23	7,8—8,5	1	B	
c	18, 19, 9	16—18	7,5—9	1—2	H S							
												47. *Hydrodictyon reticulatum* (L.) Lagerh.
						b	17, 5	17	8,5—9	4—5	K	
c	19, 9	—	—	2—3	S							
												48. *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh.
b	16, 18, 7	23—24	7,5—8	1	H J S	b	31, 7	23	7,8—8,5	1	B	
b	5, 10	15	7,6—8,5	1	V	b	26, 9	16	7,5—9	1	B	
c	11, 6	—	7,5—8,5	1	J V							
c	18, 20, 9	12—18	7,5—9	1—2	H S V							
												49. *Pediastrum duplex* Meyen .....
b	5, 10	15	7,6—8,5	1	S	b	31, 7	23	7,8—8,5	1	B	
c	19, 9	16—18	7,5—9	1	S V							
						b	31, 7	23	7,8—8,5	1	B	*Pediastrum duplex* var. genuinum Al. Braun .....
c	19, 9	—	—	1	S							
b	5, 10	15	7,6—8,5	1	S	b	31, 7	23	7,8—8,5	1	B	*Pediastrum duplex* var. reticulatum Lagerh. .....
c	19, 9	16—18	7,5—9	1	S V							

Mezőberény—Kőröstarcsa—Kőrösladány—Szeghalom						Sarkad						Szarvas					
Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence
												a	21, 7	21—26	7,5	2	P
												b	10, 10	3	75—8,5	1—2	P
c	22, 8	25	7,5—8,8	1—2	L	c	21, 8	25	8,5—9	1							
d	9, 11, 7	20—27	7,2—8	1—2	EGLT	d	8, 7	26	7,5—9	1—2							
												a	20, 7	22—26	7,8	2	A P
												b	6, 7	22	7,5—8	1	R
												b	9, 10, 10	3—14	7,7—8,5	1	A P
c	22, 23, 8,	17—25	7,5—8,8	2—3	L T	c	17,10	12—13	7,4—8	2							
c	8, 10	3—11	7,2—8,5	1—2	E T												
d	9, 11, 7	20—27	7,1—8	1—2	G L												
d	4, 5, 9	10—25	7,3—9	1—2	L T												
d	16, 10	15	7,4—8,5	1	E												
												a	24, 26, 8	21—26	7,5—8	2—3	A P
												b	9, 12, 10	3—14	7,5—8,5	1—2	A P Z
												b	5, 7, 7	18—26	7,5—8,2	1—2	A P R
c	22, 23, 8	17—25	7,5—8,5	1—2	L T												
c	18, 10	4—11	7,2—8,5	2	T												
d	9, 7	27	7,1—8	1—2	G	d	3, 9	—	7,4—10	2—3							
d	16, 17, 10	15	7,5—9	1—6	G T												
												a	24, 26, 8	21—26	7,5—8	1—2	
												b	7, 7	26	8	1—2	
												b	11, 10	3—12	7,5—9	1—2	P Z
c	22, 8	25	7,5—8,8	2	L	c	21, 8	25	8,5—9	4—5							
d	4, 9	10—25	7,3—9	3	T	d	3, 9	—	7,4—10	1							
												a	25, 26, 8	21—26	7,4—7,7	2—3	A P
												b	5, 7, 7	22—26	7,5—8,2	1	A P R
												b	10, 10	3	7,8	1	P
c	23, 8	17—18	7,8—8,5	1—2	T												
d	9, 10, 7	26—27	7,3—7,5	1—2	E G	d	8, 7	26	7,5—9	1—2							
d	4, 5, 9	10—25	7,3—9	1—2	L T	d	3, 9	—	7,4—10	1							
												a	25, 8	22	7,5	4	P
												b	5, 6, 7	22—25	7,7—7,8	3—6	A R
												b	11, 10	12	—	3—4	P
d	5, 9	—	7—9	2—6	L	d	8, 7	26	7,5—9	2—3							
d	17, 10	15	7,5—8,5	2	G												
												a	24, 26, 8	21—26	7,5—8	1—2	A P Z
												b	6, 7	22	7,7	1	P R
												b	9, 10	11	8	1	A
c	22, 23, 8	17—25	7,5—8,5	1—2	L T												
c	18, 10	4—11	7,2—8,5	1	T												
d	8, 11, 7	20—27	7,1—8	1	EGLT	d	8, 7	26	7,5—9	1							
d	4, 9	10—25	7,3—7,5	1	E	d	3, 9	—	7,4—10	1							
d	17, 10	15	7,4—8,5	1	G												
												a	21, 7	25	7,5	2	P
												b	6, 7	22	7,7—7,8	1	P R
d	9, 11, 7	20—27	7,1—8	1—3	G Z	d	8, 7	26	7,5—9	1							
d	4, 5, 9	10—25	7,1—7,5	1—2	E L	d	3, 9	—	7,5—10	1							
												a	24, 25, 8	22—26	7,5—7,9	1—2	A P
												b	6, 7	22	7,8	1	P
												b	10, 11, 10	3—14	7,8—8,5	1	A P Z
c	22, 23, 8	17—25	7,5—8,5	1—2	L T	c	21, 8	25	8,5—9	1—2							
d	9, 10, 7	26—27	7,2—8	1—3	EGT												
d	4, 9	10—25	7,3—9	1—2	E T												
												a	24, 25, 8	22—26	7,6—7,8	1—2	A P
												b	6, 7	22	7,8	1—3	R
												b	10, 10	3	7,8	1	P
c	22, 23, 8	17—25	7,5—8,5	1	L T	c	21, 8	25	8,5—9	1—2							
d	9, 10, 7	26—27	7,3—8	1—2	E G	d	3, 9	—	7,4—10	1—2							
d	4, 9	10—25	7,3—9	1—2	T												

Besenyszög						Hortobágy						Microorganisms
Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	
b	16, 7	23	7,5	1	J	b	31, 7	23	7,8—8,5	1—3	B	50. *Pediastrum tetras* (Ehrenb.) Ralfs...
b	5, 10	15	7,6—8,5	1—2	S							
c	11, 6	—	7,5—8	1	V							
c	18, 20, 9	12—18	7,5—9	1—2	H S V							
						b	31, 7	23	7,8—8,5	1—4	B	51. *Scenedesmus bijugatus* (Turp.) Kg...
b	5, 10	15	7,6—8,5	1	S							52. *Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kg...
c	11, 6	—	7,5—8	1	V							
c	18, 20, 9	12—18	8,5—9	1	H V							
b	17, 18, 7	22—24	7,5—8	1—2	H V	b	31, 7	23	7,8—8,5	1—2	B	53. *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb.
b	5, 10	15	7,6—8,5	1—2	S	b	26, 9	16	7,5—9	1—2	B	
c	10, 6	—	8,5	1	J							
c	17, 20, 9	12—18	8,5—9	1—3	H S V							
						b	26, 9	16	7,5—9	1—2	B	54. *Selenastrum gracile* Reinsch. .....
c	20, 9	12	8,5—9	1—2	V							55. *Selenastrum minutum* (Näg) Coll.
												56. *Tetraspora gelatinosa* (Vauch.) Desw.
												Ulothrichales
b	17, 7	22—24	7,5—8	1—2	S	b	17, 5	17	8	3—4	M	57. *Microspora stagnorum* Lagerh. .....
												58. *Ulothrix variabilis* Kg. .....
												Cladophorales
b	16, 18, 7	23	7,5—7,6	4—6	H J	b	17, 5	17	7,2—8	5—6	K M	59. *Cladophora fracta* Kg. ampl. Brand
b	4, 5, 10	15	7,6—8,5	3—6	H J S V	b	31, 7	23	7,2—8,5	2—5	K	
						b	25, 9	15	8,5—9	2	B K	
c	10, 6	—	—	2—5	H J							
c	18, 19, 9	16—18	7,5—8	2—6	H J S							
b	16, 17, 7	22—24	7,5—8	6	J V	b	30, 7	26	7,8—8,5	1—6	K	60. *Rhizoclonium hieroglyphicum* (Ag.) Kg. ampl. Stockm. .....
b	5, 10	15	7,6—8,5	4	S							
c	11, 6	—	7,5—8	6	V							
												Oedogoniales
												61. *Bulbochaete nana* Wittr. sec. Hirn...
	19, 9	16—18	7,5—9	1—2	S							

Mezőberény—Kőröstarcsa—Kőrösladány—Szeghalom						Sarkad						Szarvas					
Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence
												a	24, 26, 8	21—26	7,5—8	1—3	A P Z
												b	6, 7, 7	22—26	7,5—8,2	1	A P R
												b	9, 10, 10	3—14	7,5—8,5	1	A P Z
c	22, 23, 8	17—25	7,5—8,5	1—2	L T												
c	18, 10	4—11	7,2—8,5	1—2	T												
d	4, 9	10—25	7,3—9	1—2	E T												
d	8, 7	27	7,1—8	1—2	G							a	20, 7	26	7,6	2	A
												b	5, 7	25	7,7	2	A
												b	10, 10	3	7,8	1	P
c	23, 8	17—20	7,8—8,5	1	T												
c	18, 10	4—11	7,2—8,5	1	T	d	8, 7	26	7,5—9	1							
d	4, 5, 9	10—25	7,3—9	1—2	L T							a	24, 26, 8	22—26	7,6—7,8	1—2	A P Z
												b	6, 7	18—22	7,5—8	1	P R
												b	10, 11, 10	3—10	7,5—9	1	A P R Z
c	18, 10	4—11	7,2—8,5	1	T	d	8, 7	26	7,5—9	1							
d	8, 7	27	7,1—8	1	G	d	3, 9	—	7,4—10	1							
d	4, 5, 9	10—25	7,3—9	1—2	E L T												
d	16, 10	15	8,5—9	1—2	T							a	20, 21, 7	25—26	7,6	2	A P
												b	5, 7, 7	18—26	7,5—8,2	1—2	A P R
												b	9, 12, 10	3—14	7,5—8,5	1—2	A P Z
						c	21, 8	25	8,5—9	1—2							
c	22, 23, 8	17—25	7,5—8,8	1—2	L T	c	17,10	15	7,5—8	1—2							
c	18, 10	3—11	7,2—8,5	1—2	E T	d	8, 7	26	7,5—9	1—2							
d	9, 10, 7	26—27	7,1—8	1—2	E G T	d	3, 9	—	7,4—10	1—2							
d	4, 5, 9	10—25	7,3—9	1—2	E L T												
d	16, 17, 10	15	7,4—9	1—2	G T												
												a	24, 8	21—26	7,5—8	1—2	A P
												b	6, 7	22	7,8	1	R
												b	10, 12, 10	3—14	7,5—9	1	A P R Z
												b	5, 7	25	7,6	1	A
												a	20, 7	25	7,7	1	A
d	9, 7	27	7,1—8	1—3	G												
d	4, 9	10—25	7,3—9	1—2	T												
d	17, 10	15	7,4—8,5	1—2	G												
												a	21, 7	25	7,5	2	P
												b	6, 7	22	7,6	1	R
												b	10, 11, 10	12—14	9	2	R Z
												a	24, 26, 8	21—26	7,5—8	2—6	A P Z
												b	5, 7, 7	22—26	7,5—8,2	1—6	A P R
												b	9, 12, 10	3—14	8—8,5	2—6	A P
c	22, 23, 8	17—25	7,5—8,8	2—6	L T												
c	18, 10	3—11	7,2—8,5	4—6	E L T	d	8, 7	27	7,2—8	1—4							
d	9, 11, 7	20—27	7,2—8	4—6	G L T	d	3, 9	—	7,4—10	4—6							
d	4, 5, 9	10—25	7,3—9	3—6	E L T												
d	16, 17, 10	15	7,5—8,5	4—6	E G T												
												a	24, 26, 8	25—26	7,6—7,8	3—6	A P
												b	5, 7	25	7,8	5—6	A
												b	10, 12, 10	3—14	7,5—9	2—6	A P R
						c	17,10	15	7,5—8	2—6							
c	23, 8	17—20	7,8—8,5	2—3	T												
d	4, 5, 9	10—25	7,3—9	3—4	E L T												
d	16, 10	15	7,4—8,5	2—5	E												
												a	25, 8	22—26	7,5—7,6	2	A P
												b	6, 7, 7	22—26	7,8—8,2	1	A P R
												b	10, 10	3	7,9	1	P

Besenyszög						Hortobágy						Microorganisms
Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	
						b	31, 7	23	7,8—8,5	2	B	62. *Oedogonium epiphyticum* Transeau et Tiffany
												63. *Oedogonium oblongellum* Kirchn.
						b	17, 5	17	8	2—4	K	64. *Oedogonium oryzae* Wittr.
c	10, 6	—	8,5	2—4	J							
c	19, 9	16—18	7,5—9	2—6	S							
												65. *Oedogonium rufescens* Wittr.
c	19, 9	16—18	7,5—9	2—3	S							
												Conjugales
												Desmidiaceae
												66. *Closterium acerosum* (Schrank.) Ehrenb.
c	18, 19, 9	16—18	7,5—9	1	J S							
b	5, 10	15	7,6—8,5	1—3	S							67. *Closterium dianae* Ehrenb.
												68. *Closterium lanceolatum* Kg.
b	4, 5, 10	14—15	7,5—9	1—2	J S	b	17, 5	17	8	1	K M	
						b	25, 26, 9	15—16	7,5—9	1	B K	
												69. *Closterium leibleinii* Kg.
b	5, 10	15	7,6—8,5	1—4	S	b	31, 7	23	7,8—8,5	1	B	
						b	25, 9	15	7,8—8,5	1	K	
												70. *Closterium moniliferum* (Bory) Ehrenb.
b	5, 10	15	7,6—8,5	1	S	b	30, 31, 7	23—26	7,8—8,5	1	B K	
						b	26, 9	16	7,5—9	1	B	
c	10, 11, 6	—	7,5—8,5	1—2	J V							
c	18, 9	18	8,5	1—2	H J							
												71. *Closterium parvulum* Näg.
b	17, 7	22—24	7,5—8	1	V							
c	19, 9	16—18	7,5—9	1	S							
												72. *Cosmarium angulosum* Bréb.
b	16, 18, 7	22—24	6,5—8	1	J V	b	31, 7	23	7,8—8,5	1—2	B	
b	5, 10	15	7,6—8,5	1—2	S							
c	10, 11, 6	—	7,5—8,5	1—2	J V							
c	18, 19, 9	12—18	7,5—9	2	H S							

Mezőberény—Kőröstarcsa—Kőrösladány—Szeghalom						Sarkad						Szarvas					
Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence
												b	5, 6, 7	22—25	7,7—7,9	1	A P R
												b	10, 12, 10	3—14	7,9—9	1	A P R
c	18, 10	4—11	7,2—8,5	4	T												
d	9, 11, 7	20—27	7,1—8	1—4	G L T												
d	4, 5, 9	10—25	7,3—7,5	2	E L												
												b	6, 7, 7	22—26	7,7—8,2	1	A P
												b	10, 12, 10	3—14	7,5—9	1	A P
c	22, 8	25	7,8—8,8	4	L	c	17,10	15	7,5—8	1—2							
						d	8, 7	26	7,5—9	1—2							
												b	10, 12, 10	3—14	8	1—6	A P
c	22, 23, 8	17—25	7,8—8,5	1—3	L T												
c	18, 10	3	8—8,2	2—5	E												
												a	25, 8	22	7,6	2	P
												b	5, 7	25	7,7	1	A
												b	6, 7	22	7,9	1	P
												b	9, 10, 10	3—14	8—8,5	1	A P
c	23, 8	17—20	7,2—8,5	1	T												
c	18, 10	3—11	7,2—8,5	1	E T												
d	11, 7	20	7—7,3	1—2	L	d	3, 9	—	7,4—10	1—2							
d	17, 10	15	7,4—8,5	1—2	G												
												b	10, 10	3	8	1	P
d	4, 5, 9	10—25	7,3—9	1—2	E L T	d	3, 9	—	7,4—10	1							
d	16, 17, 10	15	7,4—8,5	1	E G												
												a	24, 26, 8	22—25	7,5—7,7	2	A P Z
												b	9, 10, 10	3—14	8	1—2	A P
c	23, 8	17—20	7,2—8,5	1	T												
d	11, 7	20	7—7,3	1—2	L												
d	4, 9	10—25	7,3—7,5	1—2	E												
												a	24, 26, 8	24—25	7,4—7,8	2	A P
												b	5, 6, 7	22—25	7,7—7,8	1	A P
												b	9, 12, 10	3—14	7,8—9	1—2	A P
c	23, 8	17—20	7,8—8,5	1	T	c	21, 8	25	8,5—9	1—2							
c	18, 10	3	8—8,2	1—2	E												
d	9, 11, 7	20—27	7,1—8	1—2	E G L												
d	4, 5, 9	10—25	7,3—9	1—3	E L T												
d	16, 10	15	7,5—8,5	1—2	E												
												a	24, 26, 8	24—25	7,4—7,7	2	P Z
												b	5, 6, 7	22—25	7,5—8	1	A P
												b	9, 12, 10	3—14	7,5—9	1—2	A P
c	23, 8	17—20	7,8—8,5	1	T	c	21, 8	25	8,5—9	1—2							
c	18, 10	4—11	7,2—8,5	1—2	T	c	17,10	15	7,5—8	2—4							
d	11, 7	20	7—7,3	1—2	L	d	3, 9	—	7,4—10	1							
d	4, 5, 9	10—25	7,3—9	1—2	E L T												
d	16, 17, 10	15	7,5—8,5	1	E G												
												a	20, 21, 7	24—26	7,4—7,6	2	A P Z
												b	7, 7	26	8,2	1	A
												b	9, 12, 10	3—14	8—9	1	A P Z
c	18, 10	3—11	7,2—8,5	1—2	E T	c	17,10	15	7,5—8	1—2							
d	16, 10	15	7,4—8,5	1	E	d	3, 9	—	7,4—10	1							
												a	21, 7	25	7,5—7,6	1—2	A P
												b	5, 7, 7	18—26	7,5—8,2	1—2	A R
												b	9, 10, 10	3—14	8,5—9	1	A P R
c	22, 23, 8	17—25	7,5—8,5	1—2	L T												
c	18, 10	4—11	7,2—8,5	1—2	T												
d	10, 11, 7	20—27	7,2—7,5	1—2	G L T	d	3, 9	—	7,4—10	1							
d	4, 5, 9	10—25	7,2—9	1—2	E L T												
d	16, 10	15	7,4—9	1—2	T												

Besenyszög						Hortobágy						Microorganisms
Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	
												73. *Cosmarium botrytis* Menegh.
b	17, 7	22—24	7,5—8	1	V							
c	19, 9	16—18	7,5—9	1	S							
												74. *Cosmarium granatum* Bréb.
						b	31, 7	23	7,8—8,5	1—2	B	
c	11, 6	—	7,5—8	1	V							
c	18, 19, 9	12—18	7,5—9	1—2	H S							
												75. *Cosmarium meneghinii* Bréb.
						b	30, 7	26	7,8—8,5	1	K	
c	10, 11, 6	—	7,5—8,5	1	J V							
c	18, 9	18	8,5	1	H J							
												76. *Cosmarium obtusatum* Schmidle
	18, 7	23	7,5—7,7	1	H							
c	10, 11, 6	—	7,5—8,5	1	J V							
c	19, 9	16—18	7,5—8	1—2	S							
												77. *Cosmarium portianum* Arch.
b	17, 7	22—24	7,5—8	1	V							
b	5, 10	15	7,6—8,5	1	S							
c	11, 6	—	7,5—8	1	V							
c	19, 9	16—18	7,5—9	2	S							
												78. *Cosmarium rectangulare* Grun.
b	17, 7	22—24	7,5—8	1	V	b	31, 7	23	7,8—8,5	1	B	
c	19, 9	16—18	7,5—9	1	S							
												79. *Cosmarium sexnotatum* Gutw.
						b	30, 7	26	7,8—8,5	1	K	
												80. *Cosmarium subcrenatum* Hantzsch.
b	16, 18, 7	22—24	7,5—8	1	HJSV	b	17, 5	17	8,6	1	KM	
						b	31, 7	23	7,8—8,5	1	B	
c	10, 11, 6	—	7,5—8,5	1	J V							
c	19, 9	16—18	7,5—9	1	S							
												81. *Cosmarium turpinii* Bréb.
b	17, 7	22—24	7,5—8	1	S							
c	11, 6	—	7,5—8	2	V							
c	18, 9	18	8,5	1	H							
												Cosmarium turpinii var. podolicum Gutw.
b	18, 7	23	7,5—7,6	1	H J	b	31, 7	23	7,8—8,5	1	B	
c	10, 11, 6	—	7,5—8,5	1	J V							
												82. *Desmidium aptogonum* Bréb.
												83. *Desmidium schwartzii* Ag.

Mezőberény—Kőrőstarcsa—Kőrösladány—Szeghalom						Sarkad						Szarvas					
Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence
												a	24, 26, 8	22—26	7,4—7,8	2—3	A P Z
												b	9, 6, 7	22—25	7,7—7,9	1—2	A R
												b	9, 10, 10	3—14	8—8,5	1—2	A P
c	22, 23, 8	17—25	7,5—8,8	1—2	L T	c	21, 8	25	8,5—9	1							
c	18, 10	4—11	7,2—8,5	1—2	T	c	17,10	15	7,5—8	1—3							
d	9, 10, 7	26—27	7,1—7,5	1—2	E G	d	3, 9	—	7,4—10	1							
d	4, 5, 9	10—25	7,3—9	1	E L T												
												a	24, 26, 8	22—26	7,4—7,7	2—3	A P Z
												b	5, 7, 7	18—26	7,5—8,2	1—2	A P R
												b	9, 12, 10	3—14	7,5—8,5	1—2	A P Z
c	22, 23, 8	17—25	7,5—8,8	1—2	L T												
c	18, 10	3—11	7,2—8,5	1—2	E T												
d	9, 7	27	7,1—8	1	G	d	3, 9	—	7,4—10	1							
d	4, 5, 9	10—25	7,3—9	1	E L T												
												a	24, 25, 8	22—25	7,3—7,7	2—3	A P
												b	7, 7	26	8,2	1	A
c	23, 8	17—20	7,8—8,5	1	T												
d	5, 9	10—25	7,2—9	1	L												
												a	26, 8	25—26	7,4—7,7	2	A P Z
												b	5, 6, 7	22—25	7,7—7,9	1	A R
												b	9, 11, 10	3—12	7,8—8,5	1	A P Z
c	18, 10	4—11	7,2—8,5	1	T												
d	9, 7	27	7,1—8	1	G												
d	4, 5, 9	10—25	7,3—7,5	1	E L												
												a	20, 21, 7	25—26	7,3—7,7	1—2	A P
												b	6, 7, 7	22—26	7,9—8,2	1	A P
												b	9, 10, 10	3—11	8—8,5	1	A P
c	22, 8	25	7,5—8,8	1	L												
c	18, 10	4—11	7,2—8,5	1	T												
d	9, 11, 7	20—27	7,1—8	1	G L												
d	4, 9	10—25	7,3—9	1	E T												
												a	24, 8	25—26	7,7—7,8	2	A
												b	7, 7	26	8,2	1—2	A
												b	9, 10	11	8,5	1	A
c	23, 8	17—20	7,8—8,5	1	T												
c	18, 10	4—11	7,2—8,5	1	T												
d	10, 11, 7	20—27	7,2—7,5	1—3	G L T	d	3, 9	—	7,4—10	1—2							
d	4, 9	10—25	7,3—9	1—2	E T												
												a	20, 21, 7	25—26	7,4—7,9	1	A P
												b	5, 6, 7	22—25	7,7—7,8	1	A P
c	22, 23, 8	17—25	7,5—8,8	1—2	L T	c	17,10	15	7,5—8	1							
c	18, 10	4—11	7,2—8,5	1	T												
d	4, 9	20—25	7,2—9	1	E T	d	3, 9	—	7,4—10	1—2							
												a	26, 8	24—26	7,4—7,6	1—2	A P Z
												b	5, 7, 7	22—26	7,5—8	1—2	A P
												b	9, 10, 10	3—11	8—8,5	1	A P
c	22, 23, 8	17—25	7,5—8,8	1	L T	c	21, 8	25	8,5—9	1							
c	18, 10	4—11	7,2—8,5	1	T												
d	9, 10, 7	26—27	7,1—8	1—2	E G T												
d	4, 5, 9	10—25	7,3—9	1	E L T												
												b	5, 7	25	7,7	1	A
												b	12, 10	14	8	1	A
c	23, 8	17—20	7,8—8,5	1	T												
d	9, 10, 7	20—27	7,1—8	1—2	G L T												
d	4, 5, 9	10—25	7,3—9	1	E L T												
												b	5, 7, 7	25—26	7,7—8	1	A
												b	12, 10	14	8	1	A
												a	24, 8	25	7,4—7,6	2—5	A P
												b	10, 10	3	7,5—8	2—4	P
c	18, 10	4—11	7,2—8,5	2—4	T												

Besenyszög						Hortobágy						Microorganisms
Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	
b	16, 7	23	7,5	1	J							84. *Euastrum germanicum* (Schmidle) Krieger
												85. *Euastrum spinulosum* Delp.
												86. *Euastrum verrucosum* Ehrenb.
c	11, 6	—	7,5—8	2	V							
c	19, 9	16—18	7,5—9	1	S							
												87. *Gonotozygon monotaenium* De Bary
						b	26,9	16	7,5—9	16	B	88. *Hyaiotheca dissiliens* (Sm.) Bréb.
b	17, 7	22—24	7,5—8	1	V							89. *Pleurotaenium trabecula* (Ehrenb.)Näg
b	5,10	15	7,6-8,5	1	V							
b	11, 6	—	8,5	1	V							
												90. *Sphaerozosma vertebratum* fo. minor West
												91. *Staurastrum polymorphum* Bréb.
b	17, 7	22—24	7,5—8	1	V							
												92. *Staurastrum punctulatum* Bréb.
												Zygnemaceae
												93. *Mougeotia laetevirens* (A. Br.) Wittr.
c	18, 19, 9	16—18	7,5—9	5—6	H S							
												94. *Mougeotia parvula* Hass.
												95. *Mougeotia ventricosa* Coll.
												96. *Mougeotia* sp.
												97. *Spirogyra catenaeformis* (Hass.) Kg.
b	17, 7	22—24	7,5—8	2—5	J V	b	17, 5	17	8,6	2—4	M	
b	5, 10	15	7,6—8,5	2	S V	b	31, 7	23	7,8—8,5	1—2	B	
c	11, 6	—	7,5—8	3—5	V							
c	18, 19, 9	16—18	7,5—9	2—3	J S							
												98. *Spirogyra communis* (Hass.) Kg.
b	17, 7	22—24	7,5—8	2	S							
c	11, 6	—	7,5—8	2—6	V							
c	19, 9	16—18	7,5—9	2—3	S							
												99. *Spirogyra crassa* Kg.
						b	26, 9	16	7,5—9	2—5	B	
c	18, 9	18	8,5	3—4	J							

Mezőberény—Kőröstarcsa—Kőrösladány—Szeghalom						Sarkad						Szarvas					
Year in which collected	Dater when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence
												b	6, 7	22	7,7	1	Z
												a	20, 21, 7	25—26	7,5—7,7	1—3	A P
d	4, 7	20	7—7,3	1—2	L												
												a	20, 7	26	7,6	2	A
c	23, 8	17—20	7,8—8,5	1	T												
d	9, 7	27	7,1—8	1	G												
												b	9, 10, 10	3—11	7,5—8,5	1—2	A P
												b	10, 10	3	7,7	1	P
c	23, 8	17—20	7,8—8,5	2	T												
												a	24, 26, 8	22—26	7,5—7,8	1—2	A P Z
												b	9, 10, 10	3—11	7,5—8,5	1—2	A P
c	23, 8	17—20	7,8—8,5	1—2	T												
c	18, 10	4—11	7,2—8,5	1—2	E T												
d	11, 7	20	7—7,3	1—2	L												
d	4, 9	10—25	7,3—9	1—2	E T												
												a	25, 8	22—25	7,5—7,7	1—2	A P
												b	10, 10	3	8	1	P
						c	17, 10	15	7,5—8	2							
												a	24, 8	25	7,6	2	A
												b	5, 7, 7	25—26	7,5—8,2	1—2	A
												b	10, 10	3	7,8	1	P
c	22, 8	25	7,5—8,8	1	L												
												a	24, 8	25	7,5—7,6	2	A P
												b	6, 7	22	7,8	1—2	P
												b	9, 10	11	8,5	1	A
d	11, 7	20	7—7,3	1	L												
												a	24, 8	25	7,6	2	A
												b	10, 10	3	7,8	1	P
d	4, 9	10—25	7,3—7,5	2	E												
c	22, 23, 8	17—25	7,5—8,8	1—2	L T												
												a	24, 25, 8	22—25	7,5—8	2—3	A P
												b	6, 7, 7	22—26	7,8—8,2	1	A P Z
												b	9, 10, 10	3—11	7,8—9	1—2	A P Z
d	4, 5, 9	10—25	7,3—9	2—6	E L T	d	3, 9	—	7,4—10	1—3							
d	16, 10	15	7,5—8,5	1—2	E												
c	22, 23, 8	17—25	7,5—8,8	2—6	L T							a	20, 7	26	7,5—7,7	5	A
c	18, 10	3—11	7,2—8,5	2—4	E T							b	9, 12, 10	3—14	7,5—9	1—5	A P R Z
d	11, 7	27	7,1—8	4	G												
d	5, 9	—	7—9	3	L												
d	16, 17, 10	15	7,5—8,5	2—4	E G												
												a	21, 7	25	7,6—7,7	3	P
												b	5, 6, 7	22—25	7,7—7,8	3—5	A R
												b	11, 10	12	9	2	Z
						c	17, 10	15	7,5—8	2							
c	22, 23, 8	17—25	7,5—8,8	2—3	L T												
c	18, 10	3—11	7,2—8,5	2—4	E T												
d	9, 7	27	7,1—8	4	G												
d	5, 9	—	7—9	2—4	L							a	24, 26, 8	22—25	7,5—7,7	2—6	A P Z
												b	5, 6, 7	12—25	7,5—8	2—5	A R
												b	10, 12, 10	3—14	7,5—8,5	2—5	A P
						d	8, 7	26	7,5—9	4—5							
c	18, 10	3	8—8,2	1—2	E												
d	9, 7	27	7,4—8	3—4	G												
d	5, 9	—	7—9	2	L												
d	17, 10	15	7,5—8,5	4—5	G												

Besenyszög						Hortobágy						Microorganisms
Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	
												100. *Spirogyra decimina* (Müll.) Kg....
b	17, 7	22—24	7,5—8	1—2	V	b	31, 7	23	7,8—8,5	3	B	
b	5, 10	15	7,6—8,5	3	S V	b	26, 9	16	7,5—9	2—5	B	
c	11, 6	—	7,5—8	3	V							
c	18, 19, 9	16—18	7,5—9	2—6	H J S							
												101. *Spirogyra longata* (Vauch.) Kg.....
b	5, 10	15	7,6—8,5	1—2	S	b	31, 7	23	7,8—8,5	2	B	
c	11, 6	—	7,5—8	1—2	V							
												102. *Spirogyra maxima* (Hass.) Wittr...
b	17, 7	22—24	7,5—8	4—5	S							
c	18, 19, 9	16—18	7,5—9	2—4	J S							
												103. *Spirogyra neglecta* (Hass.) Kg.....
b	17, 7	22—24	7,5—8	5	S	b	17, 5	17	8,6	2	M	
b	5, 10	15	7,6—8,5	2	S							
c	11, 6	—	7,5—8	2—3	V							
c	18, 20, 9	12—18	7,5—9	3	J S V							
b	5, 10	15	7,6—8,5	2	V	b	17, 5	17	8,6	1—5	K	104. *Spirogyra nitida* (Dillw.) Link. .....
c	11, 6	—	7,5—8	2	V							
c	18, 20, 9	12—18	7,5—9	2—6	H J S V							
												105. *Spirogyra setiformis* (Roth) Kg. ...
c	19, 9	16—18	7,5—9	2—4	S							
												106. *Spirogyra stictica* (Engl. bot.) Wille
c	11, 6	—	7,6—8,5	3	V							
c	18, 19, 9	16—18	7,5—9	3	J S							
												107. *Spirogyra tenuissima* (Hass.) Kg...
c	19, 9	16—18	7,5—9	2	S							
												108. *Spirogyra varians* (Hass.) Kg. ...
b	17, 7	22—24	7,5—8	3—6	S V	b	17, 5	17	8,6	2—3	M	
						b	31, 7	23	7,8—8,5	2—5	B	
						b	26, 9	16	7,5—9	4—6	B	
c	11, 6	—	7,6—8,5	3—6	V							
						b	17, 5	17	8,6	1—2	M	109. *Zygnema cruciatum* (Vauch.) Ag...
						b	26, 9	16	7,5—9	1—2	B	110. *Zygnema pectinatum* (Vauch.) Ag...
						b	17, 5	17	8,6	5	K	111. *Zygnema stellatum* (Vauch.) Ag....
c	11, 6	—	7,5—8	2	V							
b	17, 7	22—24	7,5—8	3	S							112. *Zygnema vaginatum* Klebs.....
c	11, 6	—	7,5—8	4—6	V							
c	19, 9	16—18	7,5—9	2—4	S							

Mezőberény—Kőröstarcsa—Kőrösladány—Szeghalom						Sarkad						Szarvas					
Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when colleeted	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence
												a	24, 25,	22—26	7,5—8	2—4	A P
												b	6, 7	22	7,7—8	2	P R
c	22, 23, 8	17—25	7,5—8	2—3	L T							b	9, 12, 10	3—14	7,5—9	2—6	A P R Z
c	18, 10	3—11	7,2—8,5	2—4	E T												
d	4, 5, 9	10—25	7,3—7,5	2—3	E L	d	3, 9	—	7,4—10	2							
d	16, 17, 10	15	7,5—9	2—4	EGT												
												a	21, 7	25	7,7	2	P
												b	5, 7, 7	22—26	7,6—8	3—6	A R
												b	9, 10	11	8,5	2	A
c	23, 8	17—20	7,8—8,5	2—5	T												
d	9, 11, 7	20—27	7,1—8	5	G L												
d	5, 9	—	7—9	2	L												
												a	24, 26, 8	24—26	7,5—8	2—6	A P Z
												b	5, 7, 7	21—26	7,5—8,2	3—6	A P R
												b	9, 12, 10	3—14	7,5—9	3—6	A P R Z
c	22, 8	25	7,5—8,8	4—6	L	c	17,10	15	7,5—8	3							
c	18, 10	3—11	7,2—8,5	1—3	E T												
d	9, 7	27	7,1—8	1—5	G												
d	5, 9	—	7—9	2	L												
												a	24, 8	25	7,7	2	A
												b	6, 7	22	7,7	2	P
c	22, 23, 8	17—25	7,5—8,2	3—5	L T												
c	18, 10	3—11	7,2—8,5	2—6	T												
d	5, 9	—	7—8	2—4	L												
d	16, 17, 10	15	7,5—9	1—4	EGT												
												b	12, 10	14	8	2—4	A
c	22, 8	25	7,5—8,8	2—3	L T	c	21, 8	25	8,5—9	1—2							
c	18, 10	3—11	7,2—8,5	2—3	E T												
d	5, 9	—	7—9	2	L												
d	16, 17, 10	15	7,5—8,5	1—2	E G												
												a	24, 8	25	7,7	6	A
												b	5, 7	25	7,7	2	A
												b	10, 11, 10	3—12	7,9—9	2—3	P Z
c	18, 10	3	8—8,2	2—3	E												
d	4, 5, 9	10—25	7, 3—9	2—3	E L	d	3, 9	—	7,4—10	3—6							
d	17, 10	—	7,3—10	3—4	G												
												a	20, 21, 7	25—26	7,5—7,8	2—3	A P
												b	7, 7	22	7,7	2—6	P
												b	10, 10	3	7,5—9	2—3	P
c	18, 10	3—11	7,2—8,5	3—5	T	c	21, 8	25	8,5—9	4—5							
						c	17,10	15	7,5—8	4—5							
d	9, 7	27	7,1—8	3—6	G												
d	17, 10	15	7,4—8,5	4—5	G												
												b	10, 12, 10	3—14	7,7—8,5	1—2	A P Z
c	23, 8	17—20	7,2—8,5	1—2	T												
												a	25, 26, 8	22—26	7,5—8	3—6	A P Z
												b	6, 7, 7	22—26	7,7—8,2	3—6	A P R
												b	9, 12, 10	3—14	8	2—5	A P
d	9, 11, 7	20—27	7,1—8	2—5	EGLT												
d	5, 9	—	7—9	5	L												
d	17, 10	15	7,4—8,5	2—3	G												
c	18, 10	3—11	7,2—8,5	1—2	T												
d	16, 10	15	7,4—9	1—2	T												
d	4, 5, 9	10—25	7,3—7,5	3—5	E L												
c	18, 10	3	8—8,2	5—6	E												
d	16, 10	15	7,5—8,5	4—6	E												
												b	6, 7	22	7,8	2—3	P R
c	22, 8	25	7,5—8,8	1—2	L												
c	18, 10	3—11	7,2—8,5	2—4	E T												

Besenyszög						Hortobágy						Microorganisms
Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	
												Siphonales
												113. *Vaucheria de baryana* Woronin ...
												114. *Vaucheria geminata* fo. *terrestris* Rabenh. .....
												115. *Vaucheria sessilis* fo. *repens* (Hass.) Hantzsch. .....
												Pyrrophyta
												116. *Ceratium hirundinella* (O. F. M.) Schrank
												Xanthophyta
												117. *Botrydium granulatum* Greville....
						b	31, 7	23	7,8—8,5	1—2	B	118. *Botryococcus braunii* Kg. .....
c	11, 6	—	7,5—8	1	V							
c	19, 9	16—18	7,5—9	1	S							
												119. *Tribonema affine* G. S. West .....
						b	17, 5	17	8,6	4	M	120. *Tribonema elegans* Pascher.....
												Bacteria
b	17, 7	22—24	7,5—8	3—6	S							121. *Leptothrix ochracea* Kg.....
b	17, 18, 7	22—24	7,5—8	2—5	H S V	b	31, 7	23	7,5—8,2	1—2	B	122. *Siderocapsa major* Molisch .....
						b	26, 9	16	7,5—9	1—2	B	
c	11,6	—	7,5—8	2—3	V							

Explanation of designations:

a) The numerals indicate quantities, viz.:
1 = very few individuals
2 = few individuals
3 = fairly many individuals
4 = many individuals
5 = very many individuals
6 = occurrence in masses

Mezőberény—Kőröstarcsa—Kőrösladány—Szeghalom						Sarkad						Szarvas					
Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence	Year in which collected	Date when collected	Water temperature in °C	pH value of water	Occurrence	Rice field of occurrence
						d	25, 11	—	—	2—3							
						d	25, 11	—	—	2—3							
d	17, 10	15	—	5—6	G	d	25, 11	—	—	6							
												a	20, 7	26	7,7	1—3	A
												b	6, 7, 7	22—26	7,8—8,2	1	A R
												b	10, 10	3	7,8	1	P
d	17, 10	15	—	1—3	G	d	25, 11	—	—	2—5							
												a	24, 25, 8	21—26	7,5—8	1—2	A P
												b	6, 7, 7	22—26	7,8—8,2	1—2	A R
												b	10, 12, 10	3—14	7,7—8,2	1—2	A P
d	9, 10	27	7,1—8	1—2	G T												
d	4, 9	10—25	7,3—7,5	1—2	E												
												a	24, 8	25	7,6—7,7	2—6	A P
												a	25, 8	22	7,7	3	P
												b	6, 7, 7	22—26	7,9—8,2	2	A R
												b	10, 10	3	8	2	P
												a	21, 7	25	7,5	1—6	P
c	23, 8	17—20	7,2—8,5	2—3	T												
												a	21, 7	25	7,5	3—6	P
												b	6, 7	22	7,5—8	2—6	P
												b	10, 12, 10	3—14	7,5—8,5	2—6	A P R
c	23, 8	17—20	7,2—8,5	3—4	T	c	17, 10	15	7,5—8	2—5							
c	18, 10	3—11	7,2—8,5	1—3	E T												
d	11, 7	20	7—7,3	1—2	L												
d	5, 9	10—25	7—9	1—2	L												

7 = occurrence in huge masses; waterblooms

b) Year when collected: a = 1950, b = 1951, c = 1952, d = 1953

c) Capital letters denote the rice fields within the individual areas:

Besenyszög area: J = Nagy József, H = Halasi, S = Homorszög + Szepcsik

Hortobágy area: B = Borzas, K = Kónya, M = Máta

County Békés area: E = Mezőberény, L = Kőrösladány, G = Szeghalom, T = Kőröstarcsa

Szarvas area: A = Békésszentandrás, P = Puszta Káka, R = Puszta Királyság, Z = Bika zug

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNG DER MERISTEME VON WURZEL- UND SPROSSSPITZE AN BOHNENKEIMLINGEN

Von

N. G. POTAPOW und M. MARÓTI

Pflanzenphysiologisches Institut der Loránd-Eötvös-Universität, Budapest

(Eingegangen am 23. III. 1955)

Einleitung

In der wissenschaftlichen Fachliteratur befasst man sich oft mit der Tätigkeit der Stengel- und Wurzelmeristeme. Schon SACHS (14) hat darauf hingewiesen, dass die Meristeme der oberirdischen Organe im Vergleich zum Gewicht der ganzen Pflanze nur 1/1000 Prozent ausmachen. Gleichzeitig ist aber auch bekannt, dass z. B. die meristematischen Wurzelgewebe im einjährigen Apfelsämling etwa 10% des ganzen Wurzelgewichtes betragen (9).

Die das Wurzelsystem untersuchenden Forscher (4, 5, 11, 14, 19) gelangten übereinstimmend zur Folgerung, dass der Wachstums- und Verzweigungsrhythmus des Wurzelsystems ausserordentlich rasch ist. So weist z. B. DITTMER (5) darauf hin, dass sich an einem einzigen Individuum eines in einer Kiste aufgezogenen Roggens 14 Millionen Wurzeln gebildet haben, von denen 11,5 Millionen einen meristematischen Spross besassen. Der einjährige Apfelsämling entwickelt mehrere tausende von Wurzelzweigen. Infolgedessen ist das Wachstum der Wurzel, die Neubildung ihrer Meristeme weit intensiver als bei den oberirdischen Organen (13).

Bei der vorliegenden Arbeit wurde von dieser zur Genüge erwiesenen Tatsache ausgegangen. Die zahlenmässigen Kennwerte des Wachstums beleuchten aber nicht das Wesen des Wachstumsunterschiedes zwischen der Wurzel und den oberirdischen Organen. Deshalb stellten sich die Verfasser der vorliegenden Arbeit das Ziel, die Eigenschaften der in den wachsenden Teilen von Wurzel und Spross vor sich gehenden physiologischen Prozesse eingehend zu untersuchen. Es wird von der Tatsache ausgegangen, dass die Wachstumsgeschwindigkeit jedes pflanzlichen Organs von der Häufigkeit der Teilungen, von der Differenzierungsgeschwindigkeit der meristematischen Zellen, d. h. von den in ihnen stattfindenden Stoffwechselprozessen bedingt wird.

In der vorliegenden Arbeit sollen nur die in den Wurzel- und Sprossmeristemen beobachtete Mitosenhäufigkeit und die in der Differenzierungsgeschwindigkeit festgestellten Unterschiede sowie der Zusammenhang zwischen dem Wachstumsprozess und dem Nukleinsäurephosphor-Stoffwechsel untersucht werden.

Material und Methode

In den hier geschilderten Versuchen wurde die Landsorte »Soproni lapos« (Ödenburger flache) von *Phaseolus vulgaris* verwendet.

Zur Bestimmung der Differenzierungsgeschwindigkeit der Zellen und der Mitosenhäufigkeit wurde die Methode von BROWN (2) angewandt. Wenn man zur Untersuchung Wurzel- und Stengelgewebestückchen mit gleicher Zellenzahl nehmen könnte, dann würde die Zahl der vakuolisierten Zellen die Differenzierungsgeschwindigkeit anzeigen. Dies lässt sich aber technisch nicht verwirklichen. Deshalb ist man gezwungen, als Kriterium der Differenzierungsgeschwindigkeit entweder den auf die Gesamtzellenzahl bezogenen Prozentsatz der vakuolisierten Zellen zu nehmen oder aber die Zeitdauer, in der sich die Hälfte aller Zellen des Gewebes vakuolisiert, d. h. das numerische Gleichgewicht zwischen den meristematischen und vakuolisierten Zellen eintritt. Zur Charakterisierung der Differenzierungsgeschwindigkeit wurde hier die letztere Methode gewählt. Es wurden von der Wurzelspitze 0,5 cm lange Stückchen bzw. deren 1-, 2- und 3tägiger Zuwachs und vom Spross der laubblattlose, oberhalb des Keimblattes befindliche Teil abgeschnitten, mazeriert und dann die Zeitspanne bestimmt, in der sich die Hälfte aller im Organ befindlichen Zellen vakuolisiert. Je mehr Zeit zur Erreichung dieses Verhältnisses notwendig ist, desto langsamer geht die Differenzierung der Zellen in den Geweben des Organs vor sich. Als Kriterium der Mitosenhäufigkeit, die im Wesen der in Stunden ausgedrückten Zeitdauer des vollständigen Teilungszyklus entspricht, wurde die (berechnete) Zeitspanne betrachtet, die zur Verdoppelung sämtlicher ursprünglichen Zellen notwendig ist. Je schneller sich die ursprüngliche Zellenzahl verdoppelt, desto grösser ist die Häufigkeit der Mitosen.

Diese Erscheinung kann auch durch den berechneten (relativen) Wert der Zellteilungsgeschwindigkeit ausgedrückt werden, der auf der Annahme beruht, dass der Quotient der Differenz zwischen der bei Versuchsbeginn und Versuchsende festgestellten Gesamtzellenzahl und des Durchschnittswertes der in derselben Zeit gezählten meristematischen Zellen eine Kennzahl für die Teilungsintensität darstellt. Mit anderen Worten, dass dieser Quotient die Anzahl der auf eine meristematische Zelle fallenden Teilungen während der Versuchsdauer angibt. Den in Stunden ausgedrückten Teilungszyklus erhält man wiederum in der Weise, dass man den Reziprokwert der obigen, die Teilung angebenden Kennzahl mit 24 multipliziert (2).

In vorhergehenden Beobachtungen wurde festgestellt, dass nach 6stündiger Quellung des Samens noch sämtliche Zellen in den Geweben des Wurzelchens und des Stengelchens meristematisch sind. Dieser Zeitpunkt wurde also als Versuchsbeginn genommen. Später setzte in den Zellen bereits die Vakuolisierung ein, d. h. der Differenzierungs- und Wachstumsprozess. Gleichzeitig damit beginnen am Keimling ausser den meristematischen Wurzel- und Sprossanlagen auch die ersten wirklichen Laubblätter und die unterhalb des Keimblattes befindliche Achse zu wachsen. Da die gesteckte Aufgabe im Vergleich der Tätigkeit der Meristeme der Wurzel- und der Sprossspitzen bestand, wurde von einer Untersuchung des Wachstums der ersten Laubblätter und der unterhalb des Keimblattes befindlichen Achse abgesehen. Es ist noch folgendes zu bemerken. Die Masse des Meristems weichen in den Wurzel und am Spross stark voneinander ab. In der Wurzel der von uns untersuchten Bohne schwankt die Grösse des Spitzenmeristems zwischen 2000 und 4000 μ, während sie am Spross kaum 500 bis 1000 μ übertrifft. Bei den vorliegenden Untersuchungen mussten nur die Spitzenmeristeme der entstehenden Organe in Betracht gezogen werden. Dementsprechend wurden nach 6stündiger Quellung sämtliche meristematische Zellen in den Wurzel- und Sprossanlagen genommen, so dass ein von der Wurzelspitze gerechneter 5 mm langer Teil und beim Spross der ganze oberhalb der Keimblätter befindliche Stengelteil — mit Ausnahme der ersten Laubblätter — als meristematisch betrachtet werden konnte. Dies ermöglichte, in den Wurzel- und Sprossmeristemen die Mitosenhäufigkeit und die Differenzierungsgeschwindigkeit miteinander zu vergleichen (12).

Um in der Zellphysiologie zu verlässlichen Ergebnissen zu gelangen, ist in der Regel ein sehr grosses, auch zur mathematischen Aufarbeitung geeignetes Material notwendig. Bei unseren Untersuchungen wurde dieser Grundsatz auch gebührend berücksichtigt (7). Zu jeder Analyse wurden zumindest 10 Wurzel- bzw. Sprossspitzen in vierfacher Wiederholung genommen, d. h. insgesamt 50 Stück. An jedem Versuchsstück wurden 200 bis 300 Zellen gezählt. Infolgedessen stammt jede auf die Zellenzahl bezügliche Angabe aus der Untersuchung von 10 000 bis 15 000 Zellen. Die in der Tabelle angeführten Angaben sind also arithmetische Mittelwerte, die aus einer sehr grossen Zahl von Messungen erhalten wurden. Die auf die Zellenvermehrung und Zellendifferenzierung bezüglichen Untersuchungen wurden mit einem ZEISS-Mikroskop, Typ Lg 0, Okular 15×K und Objektiv 40× durchgeführt.

Die Mitosenhäufigkeit und die Differenzierungsgeschwindigkeit wurde nach 6stündiger Quellung zu 3 Zeitpunkten, u. zw. nach 24, 48 und 72 Stunden untersucht. Die Temperatur bei der Quellung und Keimung war, abgesehen von kleineren Schwankungen, konstant, sie bewegte sich zwischen 26 und 28° C.

In den zu Orientierungszwecken ausgeführten Vorversuchen hinsichtlich des Stoffwechsels bei der Teilung und beim Wachstum wurden in dem 48 und 72 Stunden nach der (6stündigen) Quellung genommenen Bohnenkeimling in der oberhalb des Keimblattes befindlichen (laubblattlosen) Sprossspitze sowie in einem ½ cm langen Stück der Wurzelspitze bzw. in deren Zuwachs die Gesamtnukleinsäure sowie die Ribo- und Desoxyribonukleinsäure nach der Methode von SCHMIDT und THANNHAUSER (17) auf Grund des Phosphorgehaltes gemessen. Die Bestimmung des Phosphors erfolgte nach der von ROTH (13) modifizierten Methode von TAYLOR und MILLER (18) mit Hilfe eines Pulfrich-Photometers. Die geschälten Samen keimten unter den gleichen Umweltbedingungen wie bei der Zellenzählung. Die angeführten Zahlenwerte sind das Ergebnis von 2 Versuchen mit je 2 Wiederholungen, d. h. von insgesamt 6 Messreihen.

Versuchsergebnisse

In Tabelle I sind die für Spross und Wurzel erhaltenen Ergebnisse der Zellenvermehrung zusammengefasst. Zwischen der Mitosenhäufigkeit und der Differenzierungsgeschwindigkeit der Spross- und Wurzelmeristeme ist ein merklicher Unterschied festzustellen. Im Spross hat sich die Gesamtzellenzahl nach 24 Stunden im Vergleich zum Ausgangszustand etwas erhöht. Die Verdoppelung der ursprünglichen Zellenzahl wird etwa 48 Stunden nach der Ankeimung erreicht. Nach 72 Stunden hat sich die Gesamtzellenzahl im Spross auf ungefähr das Dreifache vermehrt.

Tabelle I

Die Vermehrung und Differenzierung der Zellen der Spross- und Wurzelspitze des Keimlings der Bohne *(Phaseolus vulgaris)* als Funktion der Zeit, sowie die Zellteilungsgeschwindigkeit und Mitosenhäufigkeit (Dauer des vollen Zyklus)

Stunden seit Versuchsbeginn	Organ	Mittelwert der Gesamtzellenzahl	Streuung	Fehler des Mittelwertes	Mittelwert der meristematischen Zellenzahl	Streuung	Fehler des Mittelwertes	Mittelwert der vakuolisierten Zellenzahl	Streuung	Fehler des Mittelwertes	Anteil der meristematischen % Zellen an der Gesamtzellenzahl	Anteil der vakuolisierten Zellen an der Gesamtzellenzahl %	Zellteilungsgeschwindigkeit	Dauer des vollen Zyklus (Mitosenhäufigkeit in Stunden)
		10^3x												
6	Spross	65	± 6	3	65	± 6	3	—	—	—	100	—	—	—
	Wurzel	152	± 3	1	152	± 3	1	—	—	—	100	—	—	—
6+24	Spross	79	± 3	1	75	± 3	2	4	± 0,01	0,004	95	5	—	—
	Wurzel	155	± 6	3	138	± 5	2	17	± 3	2	89	11	—	—
6+48	Spross	103	± 5	2	72	± 5	2	31	± 0,9	0,4	70	30	0,32	75
	Wurzel	290	±20	9	134	±18	1	156	± 8	3	46	54	0,99	24
6+72	Spross	192	±16	7	86	±22	10	106	±10	4	45	55	1,12	21
	Wurzel	653	±43	19	199	±15	7	454	± 19	8	30	70	2,18	11

Eine ganz andere Mitosenhäufigkeit wurde im Wurzelmeristem festgestelt. 24 Stunden nach der Quellung hat sich die Gesamtzellenzahl des Wurzelmeristems kaum geändert, nach 48 Stunden jedoch verdoppelt. Diese Ergebnisse gehen auch gut aus den berechneten Werten der Zellteilungsgeschwindigkeiund aus der Länge des vollständigen Teilungszyklus hervor. In der Sprossspitze entfallen am zweiten Versuchstag auf eine meristematische Zelle durchschnittt lich 0,32 Teilungen, d. h. die Zellenzahl würde sich nach etwa 75 Stunden verdoppeln. In der gleichen Zeit entfällt in der Wurzelspitze auf jede meristema-

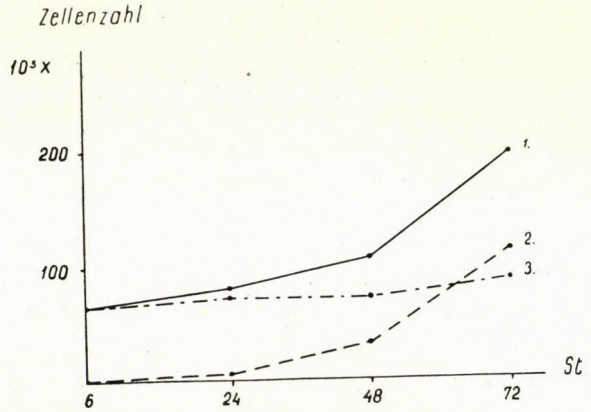


Abb. 1. Die Zellvermehrung der Sprossspitze des Bohnenkeimlings als Funktion der Zeit. 1 = Gesamtzellenzahl, 2 = Zahl der vakuolisierten Zellen, 3 = Zahl der meristematischen Zellen. Ordinate = Zellenzahl, Abszisse = Alter des Keimlings in Stunden

tische Zelle eine (0,99) Teilung, d. h. die Zahl der Zellen verdoppelt sich in 24 Stunden. Diese Häufigkeit und diesen Wert erreicht das Sprossmeristem erst ungefähr einen Tag später, d. h. im Alter von 72 Stunden, zu einem Zeitpunkt, wo diese Kennzahlen bei der Wurzel den 48stündigen Zustand um mehr als das Doppelte übertreffen. Auf Grund dieser Beobachtungen wird man also feststellen dürfen, dass die Mitosenhäufigkeit im Wurzelmeristem grösser als im Sprossmeristem ist. Die in der Tabelle angegebene Zellenvermehrung ist in Abb. 1 und 2 auch graphisch ausführlich dargestellt.

Es sei nun eine andere Charakteristik, die Differenzierungsgeschwindigkeit betrachtet. Im Sprossmeristem ist die Zahl der vakuolisierten Zellen 24 Stunden nach Beginn der Keimung sehr gering, nach 48 Stunden beträgt sie bereits 30% und erst nach 72 Stunden hat sich die Hälfte sämtlicher Zellen vakuolisiert. Eine wesentlich grössere Vakuolisierungsgeschwindigkeit wurde dagegen im Wurzelmeristem beobachtet. Nach 24 Stunden haben sich 11% sämtlicher Zellen vakuolisiert, nach 48 Stunden mehr als 50%. Hieraus geht hervor, dass die Vakuolisierung im Wurzelmeristem anderthalbmal so rasch vor sich geht wie im Sprossmeristem (Tabelle I und Abb. 3).

Die in den ausgeführten Versuchen erhaltenen Ergebnisse weisen zwar auf die Unterschiede in der Teilung und Differenzierung der Wurzel- und Sprossmeristeme hin, doch geben sie keine Erklärung für ihre Ursachen. Im weiteren Verlauf unserer Untersuchungen wurde versucht, die biochemischen Grundlagen der beobachteten Unterschiede, d. h. die physiologischen Ursachen für die in der Teilungschäufigkeit und Differenzierungsgeschwindigkeit der Wurzel- und der Sprossmeristeme beobachteten Unterschiede klarzustellen.

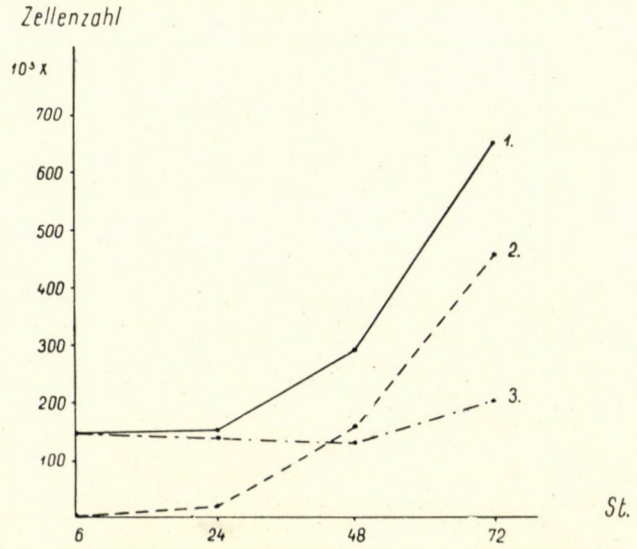


Abb. 2. Die Zellvermehrung der Wurzelspitze des Bohnenkeimlings als Funktion der Zeit. 1 = Gesamtzellenzahl, 2 = Zahl der vakuolisierten Zellen, 3 = Zahl der meristematischen Zellen. Ordinate = Zellenzahl, Abszisse = Alter des Keimlings in Stunden

Da nach den Feststellungen von BRACHET (1), CASPERSSON (3), GALE und FOLKES (6), HOWARD und PELC (8), KONAREW (10) und anderen Forschern das Wachstum und die Teilung der Zellen eng mit der Synthese der Nukleinsäuren oder zumindest mit deren Veränderung zusammenhängen, erfolgten unsere ersten, zu Orientierungszwecken durchgeführten Untersuchungen über den Stoffwechsel in dieser Richtung. Auf Grund der erhaltenen Versuchsangaben darf angenommen werden, dass die Ribonukleinsäure (RNS) im Wachstum der Zellen und indirekt in ihrer Vakuolisierung und Differenzierung und die Desoxyribonukleinsäure (DNS) in der Zellteilung eine massgebliche Rolle spielt. Wenn dies nun tatsächlich der Fall ist, so müssen die Unterschiede in der Teilung und Differenzierung auch im Nukleinsäure-Stoffwechsel der Meristeme zum Ausdruck gelangen. Es ist bekannt, dass das Meristem der Wurzelspitze eine grössere Masse aufweist als das der Sprossspitze, doch kann angenommen werden, dass es das Sprossmeristem auch hinsichtlich seiner Akti-

vität übertrifft. Diese Feststellung scheint auch durch den Gang des Wachstums und der Differenzierung bei den isolierten Wurzel- und Sprossspitzenkulturen

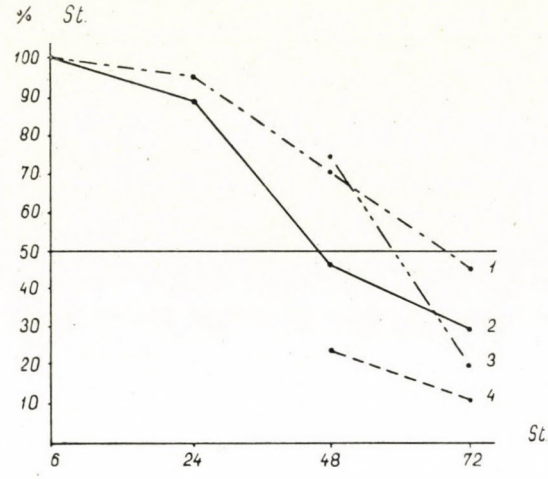


Abb. 3. Die Veränderung der Zahl der meristematischen Zellen der Wurzel- und Sprossspitze des Bohnenkeimlings und der Mitosenhäufigkeit als Funktion der Zeit. 1 = Sprossmeristem, 2 = Wurzelmeristem, 3 = Mitosenhäufigkeit im Spross, 4 = Mitosenhäufigkeit in der Wurzel· Ordinate = Anteil der meristematischen Zellen an der Gesamtzellenzahl (auf Grund der Mittelwerte) in %, Abszisse = Alter des Keimlings in Stunden

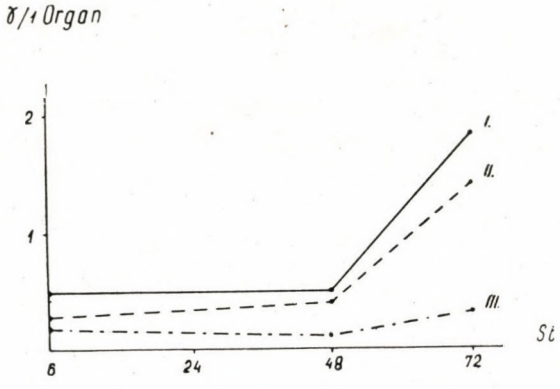


Abb. 4. Die Zunahme des Nukleinsäurephosphor-Gehaltes der Sprossspitze des Bohnenkeimlings als Funktion der Zeit. I = Gesamt-NS-P, II = RNS-P, III = DNS-P. Ordinate = Auf ein Organ bezogener NS-P-Gehalt in γ, Abszisse = Alter des Keimlings in Stunden

bestätigt zu werden. Die Kulturversuche mit isolierten Organen lassen auch auf den Ort der Synthese der Nukleinsäuren gewisse Schlüsse zu und gestatten die Annahme, dass auch die Wurzel einen Ort der Synthese darstellt (8). Auf Grund der sich in der Geschwindigkeit des anfänglichen Wachstums von Wurzel- und

Sprossspitze zeigenden Unterschiede ist auch die Möglichkeit der Umwandlung der beiden Nukleinsäuren ineinander nicht von der Hand zu weisen (1), obwohl zahlreiche Angaben gegen eine unmittelbare Umwandlung sprechen (8,20).

Die Änderungen des Nukleinsäurephosphor-Gehaltes der im Versuche untersuchten Organe sind in Tabelle II zusammengefasst und in Abb. 4 und 5 graphisch dargestellt. Die erhaltenen Angaben zeigen, dass sich der Gesamt-NS-P-Gehalt des Sprosses in den ersten 48 Stunden des Versuches nicht ändert, während er sich am dritten Tage auf etwa das Dreifache des ursprünglichen Wertes erhöht. Diese Änderung des Stoffwechsels kommt einerseits in der gleich-

Tabelle II

Die Veränderung des Nukleinsäurephosphor-Gehaltes des Spross- und Wurzelspitze des Keimlings der Bohne *(Phaseolus vulgaris)* als Funktion der Zeit, bezogen auf ein Organ

Stunden seit Versuchsbeginn	Organ	Gesamt-NS-P	DNS-P	RNS-P	DNS-P / RNS-P	Auf eine Zelle bezogenes NS-P-Verhältnis Spross : Wurzel
		γ/1 Organ				
6	Spross	0,5	0,2	0,3	0,66	1 : 4,5
	Wurzel	5,1	0,6	4,5	0,13	
6+48	Spross	0,5	0,1	0,4	0,25	1 : 6
	Wurzel	8,4	1,8	6,6	0,27	
6+72	Spross	1,7	0,3	1,4	0,21	1 : 2
	Wurzel	11,4	3,6	7,8	0,46	

zeitig erfolgenden Vermehrung der Zellenzahl des Sprosses gut zum Ausdruck (sie erreicht etwa das Dreifache der ursprünglichen Zahl) und lässt sich andererseits auch in der Veränderung bei der Zellteilungsgeschwindigkeit und bei der Mitosenhäufigkeit nachweisen, die von der 48. bis zur 72. Stunde eine etwa dreifache Intensität zeigen.

In der Wurzelspitze tritt während der Versuchszeit eine stetige Erhöhung des Gesamt-NS-P ein. Diese Beschleunigung lässt sich ebenfalls in der gleichmässigeren Zunahme der Gesamtzellenzahl bzw. in der einen kleineren Sprung zeigenden Teilungsgeschwindigkeit und Mitosenhäufigkeit nachweisen. Hier beläuft sich der Wert nach 72 Stunden bloss auf das Doppelte des 48-Stunden-Wertes.

Besprechung der Ergebnisse

Aus den bei der Zellenzählung erhaltenen Ergebnissen geht hervor, dass im Wurzel- und Sprossmeristem deutliche Unterschiede in der Mitosenhäufigkeit und Teilungsgeschwindigkeit sowie in der Differenzierungsgeschwindigkeit

der Zellen festgestellt werden können. Diese Unterschiede werden von den inneren, im Laufe einer langen Evolution entstandenen Eigenschaften der Gewebe bedingt und treten also nicht infolge der gegenwärtigen Unterschiede in den Aussenbedingungen beim Wachstum von Wurzel und Spross auf (16). Als nämlich die Wurzel- und Sprossmeristeme in Dunkelkulturen oder bei ständiger

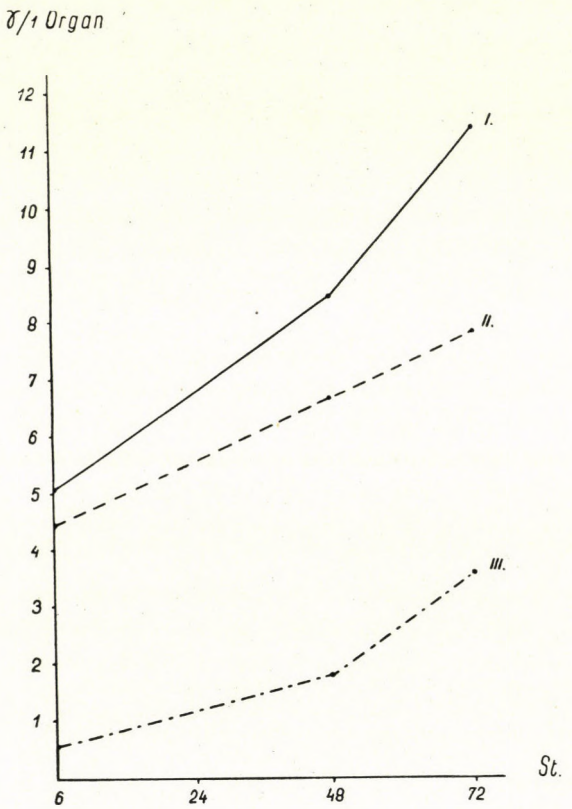


Abb. 5. Die Zunahme des Nukleinsäurephosphor-Gehaltes der Wurzelspitze des Bohnenkeimlings als Funktion der Zeit.
I = Gesamt-NS-P, II = RNS-P, III = DNS-P. Ordinate = Auf ein Organ bezogener NS-P-Gehalt in γ, Abszisse = Alter des Keimlings n Stunden

elektrischen Beleuchtung untersucht wurden, zeigten sie in ihrer Zellenzahl nur eine sehr geringfügige Abweichung von den Kontrollen. Aus den erhaltenen Ergebnissen konnte des weiteren gefolgert werden, dass der natürliche Wechsel von Tag und Nacht für die Teilung und Differenzierung der Zellen am günstigsten ist. Dagegen bleiben die Unterschiede in der Teilungs- und Differenzierungsgeschwindigkeit in den Geweben der Wurzel- und Sprossspitze bestehen, u. zw. unabhängig davon, ob die Keimlinge in ständiger Beleuchtung, im natürlichen Wechsel von Tag und Nacht oder in vollständiger Dunkelheit kultiviert werden.

Vergleicht man den Gesamtnukleinsäurephosphor-Gehalt der beiden Organe miteinander, so ist ersichtlich, dass die Wurzel (auf je ein Organ bezogen) etwa siebenmal mehr NS-P enthält als der Spross (Abb. 4 und 5). Diese Feststellung wird nur scheinbar durch die Tatsache geschwächt, dass sich der Gesamtnukleinsäurephosphor-Gehalt des Sprosses während der Versuchsdauer verdreifacht hat, während bei der Wurzel lediglich eine Erhöhung auf das Doppelte festgestellt werden konnte. Es kann nämlich angenommen werden, dass dieser scheinbare günstigere Zustand des Sprosses von dem Umstand herrührt, dass die in der Wurzel synthetisierten Stoffe in den Spross wandern, wie dies von KONAREW (10) in seinen Versuchen an Erbsen gerade für die Nukleinsäuren nachgewiesen wurde. Die grössere Wachstums- und Differenzierungsgeschwindigkeit der Wurzel und ihr im Vergleich zum Spross meristematischerer Charakter lassen sich vielleicht dadurch erklären, dass sich in den einzelnen Zellen der Wurzel im Durchschnitt weit mehr Nukleinsäure befindet als in denen des Sprosses. In dem von uns untersuchten Material und bei unseren Versuchsverhältnissen enthält im sechsstündigen Embryo eine Zelle der Wurzelspitze ungefähr viermal soviel NS-P wie eine Zelle der Sprossspitze. Dieses Verhältnis erhöht sich noch bis zur 48. Stunde auf 6 : 1. Am dritten Tage, wenn die schnellere Zellteilung auch bereits im Spross eingesetzt hat, was durch den berechneten Wert der Teilungsgeschwindigkeit gut zum Ausdruck gelangt (Erhöhung von 0,32 auf 1,12), vermindert sich zwar dieses Verhältnis wesentlich, doch bleibt es noch immer bedeutend, weil der NS-P-Gehalt der Wurzelzellen etwa doppelt so gross ist wie der der Sprosszellen. Diese Änderung des Verhältnisses lässt wiederum auf die Wanderung des NS-P in den Spross schliessen.

Verfolgt man die Änderungen der beiden NS-P-Fraktionen mit Aufmerksamkeit, so wird man feststellen können, dass die Menge des RNS-P sowohl in der Wurzel als auch im Spross die Menge des DNS-P in der Untersuchungszeit und unter den gegebenen Untersuchungsverhältnissen übertrifft. In der Wurzel zeigte sowohl die Menge des RNS-P wie auch die des DNS-P während des Versuches eine stetige Zunahme, was auch durch die bei der Zellenzählung gewonnenen Angaben unterstützt wird. In der Sprossspitze erhöht sich die RNS-P-Menge bis zur 48. Stunde sehr langsam, um dann eine plötzlich stark steigende Tendenz aufzuweisen. Diese Erscheinung kann vielleicht mit der zu diesem Zeitpunkt in der Sprossspitze einsetzenden intensiveren Vakuolisierung in Zusammenhang gebracht werden. Demgegenüber weist die DNS-P-Menge in den ersten zwei Tagen einen sinkenden Wert auf, nimmt aber am dritten Tage wieder zu und übertrifft sogar den Anfangswert. Dieser Kurvenablauf wird durch die Zellvermehrung des Sprosses verständlich, die nach 48 Stunden nicht einmal das Doppelte des Anfangswertes erreicht, am dritten Tage hingegen auf etwa das Dreifache dieses Wertes anwächst. Das Verhältnis der beiden NS-P-Fraktionen zueinander ändert sich beim Spross in den ersten 48 Stunden, doch bleibt ihre Summe konstant, d. h. die Gesamt-NP-S-Menge erfährt keine Veränderung.

Diese Tatsache gestattet es, auch auf eine Umwandlung der beiden Fraktionen ineinander zu schliessen (Abb. 5).

Das Verhältnis zwischen dem DNS-P und dem RNS-P zeigt während des Versuches in den beiden Organen eine gegensätzliche Tendenz. Im Spross nimmt der Quotient der beiden Fraktionen immer mehr ab, d. h. der Unterschied der beiden NS-P wird grösser und in der Wurzel kleiner. Die letztere Erscheinung ist vor allem das Ergebnis der intensiven Erhöhung des DNS-P-Gehaltes, was den meristematischeren Charakter der Wurzel bezeugt.

Auf Grund der obigen Ausführungen wird man also feststellen können, dass sich die Eigenschaften und Unterschiede bezüglich der Teilung und Differenzierung des Wurzel- und Sprossmeristems in einen engen Zusammenhang mit den Änderungen des Nukleinsäurephosphor-Gehaltes dieser Organe bringen lassen. Dies dürfte also eine der Richtungen sein, in der man die Unterschiede und Eigenschaften des Stoffwechsels der Wurzel- und Sprossmeristeme wird suchen müssen.

Schlussfolgerungen

Die erhaltenen Versuchsangaben, die in der Wurzelspitze eine wesentlich grössere Zellenzahl, eine höhere Differenzierungsgeschwindigkeit und eine intensivere Teilungshäufigkeit zeigten als in der Sprossspitze, lassen die Annahme als äusserst wahrscheinlich erscheinen, dass die Meristeme der Wurzel eine grössere Wachstums- und Entwicklungsgeschwindigkeit besitzen als die entsprechenden Stellen des Sprosses. Die Richtigkeit dieser Annahme wird auch durch die Verhältnisse des Nukleinsäurephosphor-Gehaltes dieser Organe unterstützt, die im guten Einklang mit den zytologischen Kennwerten stehen. Die NS-P-Menge, die im Wachstum und in der Entwicklung vielleicht neben den Eiweissen die massgeblichste Rolle spielt, ist in der Wurzel wesentlich grösser als im Spross, unabhängig davon, ob man sie auf das ganze Organ oder auf eine Zelle bezieht. Diese Tatsache beweist einerseits, dass die voneinander abweichenden Wachstums- und Entwicklungsverhältnisse von Wurzel und Spross grösstenteils vom Nukleinsäurephosphor-Stoffwechsel abhängen, und andererseits, dass die Wurzel im Leben der Pflanze eine weit grössere Rolle spielen dürfte, als bisher im allgemeinen angenommen wurde.

LITERATUR

1. Brachet, J. : 1950. Chemical Embryology. New-York : Intercience Publishers.
2. Brown, R. : 1951. The Effects of Temperature on the Durations of Different Stages of Cell Division in the Root-tip. Jour. of Exp. Bot., **2**. S. 96—110.
3. Caspersson, T. O. : 1950. Cell Growth and Cell Function. New-York : Norton.
4. Detmer, W. : 1880. Vergleichende Physiologie des Keimungsprozesses der Samen. Jena : Fischer.
5. Dittmer, H. J. : 1937. A Quantitative Study of the Roots and Root Hairs of a Winter Rye Plant (Secale cereale). Amer. Jour. Bot., **24**. S. 417—420.
6. Gale, E. F.—Folkes, J. P. : 1954. Effect of Nucleic on Protein Synthesis Amino-Acid Incorporation in Disrupted Staphylococcal Cells. Nature, **173**. S. 1223—1227.
7. Harte, C. : 1950. Die Anwendung der Varianzanalyse bei der Auswertung zytologischer Untersuchungen. Chromosoma, **3**. S. 567—585.
8. Howard, A.—Pelc, S. R. : 1951. Synthesis of Nucleoprotein in Root Cells. Nature, **167**. S. 599—600.
9. Колесников Б. А. : 1947. Корневая система плодовых деревьев. (Диссертация).
10. Конарев, В. Г. : 1953. О поведении нуклеиновых кислот у растений в условиях голодного обмева. Докл. Акад Наук СССР, Нов. Сер. Том LXXXIX. 3. 551—554.
11. Potapow, N. G. : 1952. A gyökér szerepe a növények életében. (Die Rolle der Wurzel im Leben der Pflanze. Nur ungar.) Vortrag im Ungar. Biologenverein.
12. Patapow, N. G.—Maróti, M. : 1954. A bab gyökér és szármerisztema sejtjei növekedésének és osztódásának sajátosságai. (Eigentümlichkeiten in Wachstum und Teilung der Meristemzellen der Wurzeln und Sprosse bei der Fisole. Ungar. mit deutsch. u. russ. Zusammenfassung.) Annal. Biol. Univ. Hung. Tom. II. S. 107—114.
13. Roth, H. : 1944. Über Neuerungen in der mikroanalytischen Praxis. Mikrochemie, **31**. S. 287—295.
14. Rotmistrov, V. : 1910. Root-System of Cultivated Plants of one Year's Growth. Odessa.
15. Sachs, I. : 1892—93. Gesammelte Abhandlungen über Pflanzenphysiologie. Leipzig : Engelmann.
16. Segelitz, G. : 1938. Der Einfluss von Licht und Dunkelheit auf Wurzelbildung und Wurzelwachstum. Planta, **28**. S. 617—643.
17. Schmidt, G.—Thannhauser, S. J. : 1945. A Method for the Determination of Desoxyribonucleic Acids, Ribonucleic Acids and Phosphorproteins in Animal Tissues. Jour. of Biol. Chem. **161**. S. 83—89.
18. Taylor, A. E.—Miller, C. W. : 1914. On the Estimation of Phosphorus in Biological Material. Jour. biol. Chem. **18**. S. 215—231.
19. Weaver, I. E. : 1926. Root Development of Field Crops. New-York : Mc. Graw-Hill.
20. Заиев, Р. : 1953. Новообразуване на клетьчни ядра в ендосперма на растенията. Бълг. Акад. Наук. Том 4. 113—119.
21. Zinecker—Brauer, I. : 1952. Über das Mitosenverhalten in der Wurzelspitze von Vicia faba. Chromosoma, **5**. S. 317—340.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕРИСТЕМ КОНУСА НАРАСТАНИЯ И КОРНЕЙ НА ЗАРОДЫШЕ ФАСОЛИ

Н. Г. ПОТАПОВ и М. МАРОТИ

Р е з ю м е

Авторы в своих экспериментах подвергали исследованию физиологические особенности, имеющие место в меристемах конуса нарастания и корней. В данной статье они хотят обратить внимание на свои наблюдения относительно частоты митоза, на разницы в скорости дифференциации, как и на связь между этими цитологическими показателями и обменом нуклеин-фосфорной кислоты меристем.

Материалом экспериментов они взяли местный вид «Шопроны лапош» **Phaseolus vulgaris**. Для исследования размножения клеток и дифференциации они применяли методику Брауна (2), а для определения нуклеинфосфорной кислоты и его фракций — методику Шмидт—Таннхаузера (16), или же Тейлор—Миллера (17), модифицированную Ротом (18). Подсчет клеток и определение фосфора проводились после 6 часового разбухания по истечении 24, 48 и 72 часов, в конусах нарасания и корнях зародышей.

В примененных авторами экспериментальных условиях в корне зародыша фасоли (вычислено на один орган) авторы нашли значительно большее число клеток, более определенную скорость дифференциации, и более интенсивный темп деления, чем в конусе нарастания. В начальной фазе развития подопытных растений между этими цитологическими показателями и обменом нуклеинфосфорной кислоты наблюдалась определенная связь. При вычислении на один орган или же на отдельные клетки, содержание нуклеинфосфорной кислоты в корнях оказалось большим, чем в конусах нарастания. Итак цитологические разницы меристем корней и побегов хорошо объяснялись различными условиями нуклеинфосфорной кислоты в органах.

DIE SYNTHESE DER NUKLEINPHOSPHORSÄURE IN DER WURZEL UND IM SPROSS VON BOHNENKEIMLINGEN

Von

N. G. POTAPOW und M. MARÓTI

Pflanzenphysiologisches Institut der Loránd Eötvös-Universität, Budapest

(Eingegangen am 23. März 1955)

Einleitung

Die Meristeme der Wurzel und der Sprossspitze sind vom Gesichtspunkt der Teilung und des Wachstums als besonders ausgezeichnete Stellen anzusehen (4, 9, 12, 13, 14). Die in den Pflanzen befindlichen Meristeme sind aber nicht gleichwertig, ihr Stoffwechsel ist nicht gleich gross (8). Dies kann auf Grund jener Tatsache angenommen werden, dass einerseits die Zahl der verschiedenen Meristeme in den einzelnen pflanzlichen Organen sehr unterschiedlich ist (20, 29, 36) und dass andererseits auch die Mannigfaltigkeit der durch die Meristeme gebildeten Zellenelemente und Gewebe auf diese Ungleichartigkeit hinweist (32, 33). Ferner lassen auch die Züchtungsbedingungen und -ansprüche der unter kontrollierten Verhältnissen exzidierten Organkulturen auf diese Tatsache schliessen (1, 18, 25, 26, 42). Die Bestimmung des Wachstumsbedürfnisses der verschiedenen Meristeme definiert bis zu einem gewissen Grade auch die spezifischen Unterschiede zwischen ihrem Stoffwechsel (8, 32, 33, 40, 41). Es darf angenommen werden, dass der in der Teilung und im Wachstum zutage tretende Stoffwechselunterschied auch die Rolle des betreffenden Organs im Leben der Pflanze beleuchtet (17, 38, 43). Diese Annahme bildete die Grundlage, von der bei dem nachstehend geschilderten Vergleich zwischen dem Stoffwechsel der Meristeme der Wurzel und der Sprossspitze bzw. zwischen dem Stoffwechsel der unter- und oberirdischen Organe der Keimlinge ausgegangen wurde.

In der Literatur finden sich vor allem Untersuchungen über den Stoffwechsel der Wurzel. Der Grund dafür dürfte darin bestehen, dass sich die Wurzelzuchten unter sterilen Verhältnissen leichter durchführen lassen als die Stengelkulturen. Seit 1922, als KOTTE (22, 23) und ROBBINS (31) zur gleichen Zeit als erste über die erfolgreiche Züchtung von Organkulturen berichteten, beschäftigt sich eine grosse Anzahl von Abhandlungen mit der Züchtung und der Analyse der Wurzeln. Über wirkliche Stengelkulturen, die mit den von WHITE (42), ROBBINS (31), BONNER (2, 3) und anderen Forschern beschriebenen Wurzelzuchten verglichen werden können, handelt aber nur die Arbeit von LOO (25, 26), die sich mit der Sprossspitze von *Asparagus* und *Cuscuta* befasst.

Aus den Versuchsergebnissen kann eindeutig festgestellt werden, dass die Wurzel auch ohne überirdische Teile zu wachsen vermag, wenn man ihr den entsprechenden Nährstoff sicherstellt (6, 7, 15, 27, 34, 37, 40, 41). Dasselbe lässt sich jedoch nicht für die exzidierten Sprossspitzen sagen. Laut DE ROPP (12, 13, 14) wuchsen die Sprossspitzen des Roggens in der Nährlösung nur bis zur Ausbildung des ersten Laubblattes und blieben dann in ihrem Wachstum stehen. Wenn aber am Sprossstückchen Wurzelanlagen erschienen, begann die Sprossspitze, trotzdem

diese Wurzelanlagen nicht in die Nährlösung hineinreichten, wiederum zu wachsen. Das Wachstum der oberirdischen Teile hängt also von der Wurzel ab. Die Tatsache ist somit bekannt, doch bedarf noch ihr Mechanismus, die Zusammenhänge innerhalb der Zelle, einer Klärung. Der Grund hierfür ist, dass einerseits der Stoffwechsel der Wurzel und des Sprosses bisher von den einzelnen Forschern stets gesondert untersucht wurde und dass man sich andererseits meistens mit Ergebnissen begnügte, die bloss auf Längenmessungen beruhten, da auf diese Weise die Kulturen nicht vernichtet werden mussten (5). Eine Arbeit, die eine vergleichende Untersuchung im Wurzel- und im Sprossmeristem einer Pflanze bzw. in deren Zuwachs durchgeführt hätte und die ausser den Ergebnissen der Längenmessung und der Trockensubstanzzunahme auch die Veränderungen des Nukleinsäurephosphors berücksichtigt hätte, konnte bisher in der Literatur nicht gefunden werden.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist nun, die unter gleichen Verhältnissen wachsenden Teile der Wurzel und des Sprosses parallel zu analysieren und auf diesem Wege die Ursachen für die Unterschiede zwischen diesen beiden Organen zu untersuchen. Aus den im vergangenen Jahr ausgeführten Vorversuchen konnte festgestellt werden, dass sich in den Meristemen der Wurzel und des Sprosses ein deutlicher Unterschied sowohl hinsichtlich der Zahl der Zellen als auch der Geschwindigkeit ihrer Differenzierung wie der Häufigkeit ihrer Teilung zeigt. In der Wurzel wurde eine wesentlich grössere Zellenzahl, eine grössere Differenzierungsgeschwindigkeit und ein intensiverer Teilungsrhythmus beobachtet als in der Sprossspitze (29, 30). In diesen Versuchen wurde getrachtet, die Ursachen für die Geschwindigkeit der mit den Stoffwechselprozessen zusammenhängenden Teilung und Differenzierung klarzulegen. Zwischen der Zellenzahl der Meristeme, der Teilungs- und Differenzierungsgeschwindigkeit und der Menge der Nukleinsäure war im Keimling ein deutlicher Zusammenhang festzustellen. Bei der Umrechnung auf ein Organ bzw. auf eine Zelle erwies sich die Nukleinsäure in der Wurzel als am grössten (30).

Laut unserer Arbeitshypothese können die meristematischen Teile der Wurzel als Stellen angesehen werden, wo das Eiweiss und die Nukleinsäure intensiver synthetisiert werden als an den entsprechenden Teilen des Sprosses. Die hier synthetisierten Eiweisse und Nukleinsäuren oder ihre Bausteine können dann, wenn sie abgebaut werden, auch in die übrigen Organe der Pflanze wandern (16, 21, 28).

Damit nun der Stoffwechsel der Meristeme bzw. jungen Regionen der beiden Organe — und hierbei in erster Linie die Synthese bzw. das Verhältnis der Nukleinsäuren — einwandfrei verglichen werden könne, wurden unter sterilen Bedingungen in den einzelnen Organen des Bohnenkeimlings die Mengenverhältnisse des Gesamtphosphors und des Nukleinsäurephosphors, ferner des Trockensubstanzgehaltes und des Längenwachstums bzw. ihre Veränderungen im Laufe des Wachstums des Keimlings untersucht, und zwar sowohl im intakten Keimling als auch in seinen isolierten Organen.

Material und Methode

Als Versuchsmaterial diente die Landsorte »Cukorpaszuly« von *Phaseolus vulgaris*. Die Samen wurden 10 Minuten lang in einer 1%igen wässerigen Bromlösung desinfiziert und dann das Brom durch eine 48stündige Ventilation in steriler Atmosphäre entfernt. Die Keimung

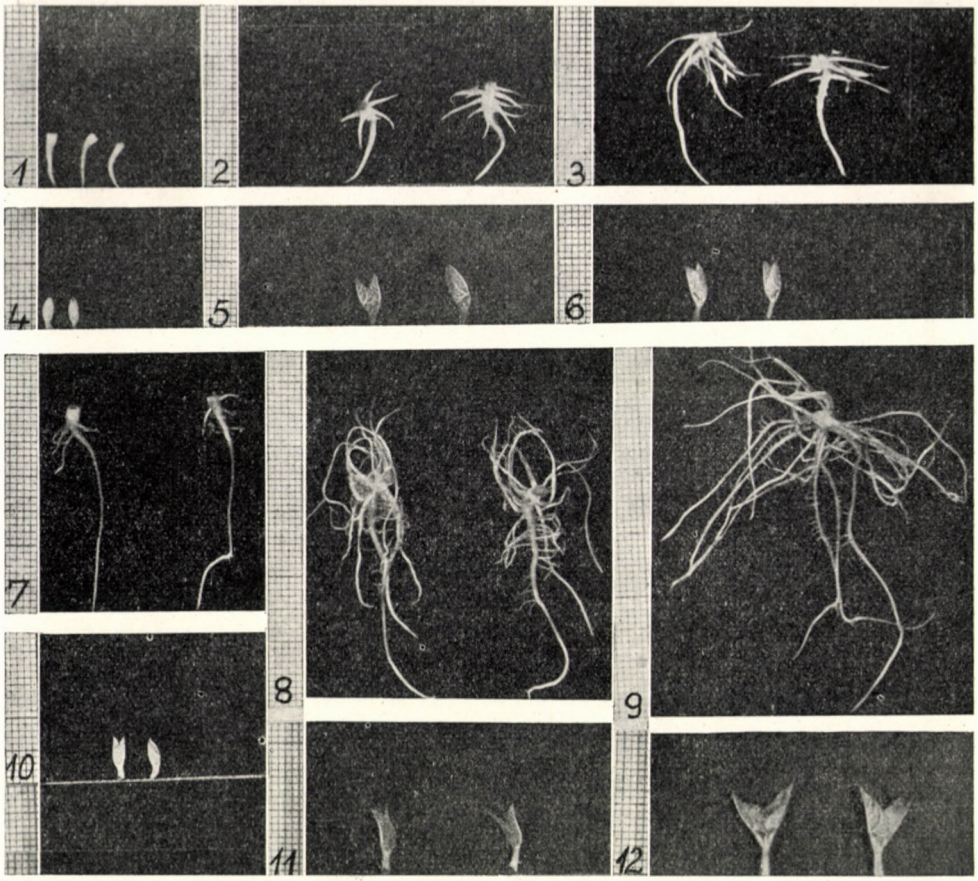


Abb. 1. Wurzel aus der Kultur von intakten Bohnenkeimlingen. 2tägig
Abb. 2. Wurzel aus der Kultur von intakten Bohnenkeimlingen. 4tägig
Abb. 3. Wurzel aus der Kultur von intakten Bohnenkeimlingen. 6tägig
Abb. 4. Über dem Keimblatt befindlicher Sprossteil (mit primären Laubblättern) aus der Kultur von intakten Bohnenkeimlingen. 2tägig
Abb. 5. Über dem Keimblatt befindlicher Sprossteil (mit primären Laubblättern) aus der Kultur von intakten Bohnenkeimlingen. 4tägig
Abb. 6. Über dem Keimblatt befindlicher Sprossteil (mit primären Laubblättern) aus der Kultur von intakten Bohnenkeimlingen. 6tägig
Abb. 7. Wurzel des Bohnenkeimlings aus der Kultur von isolierten Organen. 2 + 6tägig
Abb. 8. Wurzel des Bohnenkeimlings aus der Kultur von isolierten Organen. 4 + 6tägig
Abb. 9. Wurzel des Bohnenkeimlings aus der Kultur von isolierten Organen. 6 + 6tägig
Abb. 10. Über dem Keimblatt befindlicher Sprossteil (mit primären Laubblättern) des Bohnenkeimlings aus der Kultur von isolierten Organen. 2 + 6tägig
Abb. 11. Über dem Keimblatt befindlicher Sprossteil (mit primären Laubblättern) des Bohnenkeimlings aus der Kultur von isolierten Organen. 4 + 6tägig
Abb. 12. Über dem Keimblatt befindlicher Sprossteil (mit primären Laubblättern) des Bohnenkeimlings aus der Kultur von isolierten Organen. 6 + 6tägig. Eine Einteilung des auf dieser und den vorherigen Abbildungen aufgenommenen Massstabes entspricht 2 mm

erfolgte auf einem 1%igen Agar-Agar-Nährboden, der WHITEsche mineralische Stammlösung, 2% Saccharose und Hefeextrakt enthielt, in sterilisierten Petrischalen bzw. Reagenzgläsern während 2, 4 und 6 Tagen. Ein Teil der ausgekeimten Pflanzen (je nach der Grösse der Organe 50—100 Stück) wurde analysiert, während aus dem anderen Teil Wurzel- bzw. Sprossexzisionen angefertigt wurden, die man noch 6 Tage lang auf einem entsprechend sterilisierten zucker- und vitaminhaltigen (Niazin, Pyridoxin, Thiamin) WHITEschen, 2% Agar-Agar enthaltenden Nährboden in grossen Reagenzgläsern bzw. in Petrischalen weiterzüchtete. Die Geräte wurden in einem Warmluftsterilisator, die Nährböden im Autoklaven, die Impfstube mit Oxychinolin und einer Quarzlampe in der üblichen Weise sterilisiert. Die verschieden lange gekeimten und danach noch 6 Tage inkubierten Wurzel- und Sprossteile gelangten in einen auf 27—28° C eingestellten Thermostaten mit Glastüre, wo sie unter natürlichen Lichtverhältnissen aufgezogen wurden. Die Analyse der einzelnen Organe erfolgte gesondert am Anfang und am Ende der Inkubation. Hierbei wurden die Länge der Wurzel und des Stengels, das Frischgewicht und der Trockensubstanzgehalt sowie — auf Grund des Gesamtphosphors — der Nukleinsäurephosphor sowohl bei Beginn als auch am Ende der Inkubation gemessen. Die Bestimmung des Phosphors geschah nach der von ROTH (35) modifizierten Methode von TAYLOR und MILLER (39) mit Hilfe eines Pulfrich-Photometers, während zur Messung der Nukleinsäure bzw. der Ribo- und Desoxyribonukleinsäure die Methode von LAVIB, HARRINGTON und BUCKALOO (24) angewandt wurde.

Die als Angaben bei der Phosphoranalyse gewonnenen Zahlenwerte sind das Ergebnis von je zwei Messungen, die in drei Parallelen durchgeführt wurden, also der Durchschnitt von 6 Messungen. Die Abweichungen zwischen den einzelnen Messungen bewegten sich innerhalb ± 8%. Die Längen- und Trockensubstanzwerte stellen das arithmetische Mittel von 4 bzw. 5 Messungen dar. Die so erhaltenen Zahlenwerte wurden zum Teil auf je ein Organ umgerechnet und zum Teil in Prozenten von Trockensubstanz und Frischgewicht ausgedrückt.

Die Analysen sowie die Längenmessungen und die Kontrolle der Trockensubstanzzunahme erfolgten nach dem 2., 4. und 6. Tag der Keimung (Abb. 1, 2, 3, 4, 5 und 6) bzw. nach der von diesen Stichtagen an durchgeführten 6tägigen Inkubation (Abb. 7, 8, 9, 10, 11 und 12). Während der 6tägigen Inkubation genügte nämlich die Nährlösung noch zur Ernährung der einzelnen Organe und die Sprosskulturen schlugen noch keine Wurzeln. Die verschieden lange Keimungszeit bezweckte eine leichtere Registrierung des etwaigen Beginns der Phosphorsynthese. Die vorliegende Arbeit behandelt nur die mit der Zeit und in den einzelnen Organen eingetretenen Veränderungen des Längenwachstums, der Trockensubstanzzunahme und des Phosphorstoffwechsels der Wurzel und des Sprosses, u. zw. sowohl bei Kulturen von intakten Keimlingen als auch bei solchen von isolierten Organen. Das Wachstum der Keimblätter, des Hypokotyls und der primären Laubblätter sowie die Vermehrungsverhältnisse der Zellenzahl der einzelnen Organe sollen in einer späteren Arbeit erörtert werden.

Versuchsergebnisse

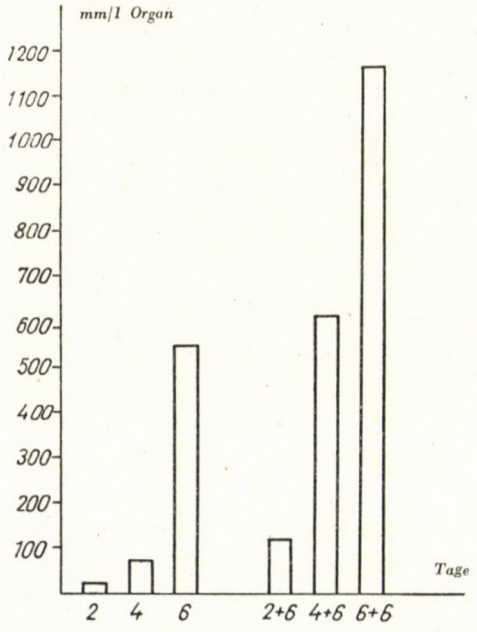
Aus den Angaben der Längenmessungen der Organe geht hervor, dass die Wurzel eine weit grössere Wachstumsgeschwindigkeit zeigt als der Spross (Tabelle I und Abb. 13 und 14).

Diese Tendenz zeigt sich schon bei der Hauptwurzel, aber hauptsächlich bei dem ganzen Wurzelsystem. Bei der intakten Pflanze nahm die Länge der Gesamtwurzel während der Untersuchungszeit auf etwa das 30fache der anfänglichen Länge zu (von 17 mm auf 542 mm), während der oberhalb des Keimblattes befindliche, kein primäres Laubblatt aufweisende Sprossteil in derselben Zeit bloss etwa das Doppelte der ursprünglichen Länge erreichte (von 4 mm auf 7 mm). Auch bei exzidierten Kulturen zeigte sich ein grosser Unterschied: die Wurzel nahm von 117 mm auf 1165 mm zu, wies also eine etwa 10fache Längenzunahme auf, wogegen der Sprossteil in der gleichen Zeit nur auf etwa das Doppelte anwuchs, nämlich von 5 mm auf 12 mm. Vergleicht man nun das Wachs-

Tabelle I

Die Veränderungen des Längenwachstums der Wurzel und des Sprosses (ohne primäres Laubblatt) des Keimlings der Bohne *(Phaseolus vulgaris)* an der intakten Pflanze und in Kulturen von isolierten Organen

	Vegetationszeit in Tagen	Länge der Hauptwurzel mm	Länge der Gesamtwurzel mm	Zahl der Wurzeln St.	Länge des Sprosses (oberhalb) des Keimblattes) mm
Intakte Kulturen	2	17	17	1	4
	4	28	71	9	6
	6	62	542	24	7
Isolierte Kulturen	2+6	69	117	8	5
	4+6	77	609	52	10
	6+6	115	1165	83	12



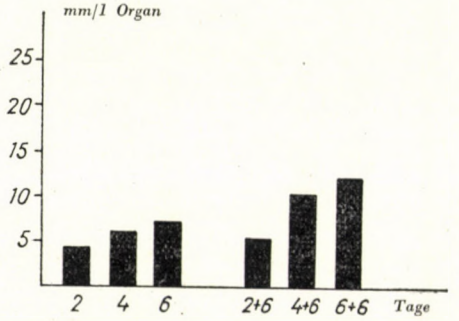


Abb. 13. Das Längenwachstum der Wurzel des Bohnenkeimlings in Kulturen von intakten Pflanzen und von isolierten Organen. Ordinate : Länge eines Organs in mm. Abszisse : Lebensalter des Keimlings in Tagen

Abb. 14. Das Längenwachstum des Sprosses des Bohnenkeimlings in Kulturen von intakten Pflanzen und von isolierten Organen. Ordinate : Länge eines Organs in mm. Abszisse : Lebensalter des Keimlings in Tagen.

tum des isolierten Wurzelteils mit dem des Wurzelteiles an der intakten Pflanze, so ist ersichtlich, dass sich der Unterschied im Wachstum zu den verschiedenen Zeitpunkten zwischen dem 7fachen und dem 2fachen bewegt (von 17 mm auf 117 mm und von 542 mm auf 1165 mm), während dieses Verhältnis beim Spross niemals das Doppelte erreicht (von 4 mm auf 5 mm und von 7 mm auf 12 mm). Mit der deutlich grösseren Wachstumsgeschwindigkeit der Wurzel stimmt auch die Zunahme der Zellenzahl in der Wurzel und im Spross überein, wo die Wurzelspitze stets eine grössere Teilungshäufigkeit als die Sprossspitze aufweist (29, 30).

Bei einem Vergleich der Zunahme des Frischgewichtes und der Trockensubstanz zwischen den beiden Kulturen wird man finden, dass die Trockensubstanzzunahme des Sprossteils vor allem bei dem intakten Keimling intensiver ist als die des Wurzelteils (Tabelle II und Abb. 15).

Tabelle II

Die Veränderungen des Frischgewichtes, der Trockensubstanz und des Nukleinsäurephosphorgehaltes des Kleimnings der Bohne *(Phaseolus vulgaris)* an intakten Pflanzen und in Kulturen von isolierten Organen

	Vegetationszeit in Tagen	Organ	Frischgewicht mg/1 Organ	Trockensubstanzgehalt mg/1 Organ	Trockensubstanzgehalt in % des Frischgewichts	NS-P-Gehalt mg/1 Organ	NS-P-Gehalt in % der Trockensubstanz
Intakte Kulturen	2	Wurzel	15,7	2,4	15	0,0079	0,32
		Spross	4,0	1,0	25	0,0023	0,22
	4	Wurzel	119,9	11,3	9	0,0267	0,24
		Spross	11,7	2,0	17	0,0060	0,3
	6	Wurzel	371,2	26,7	7	0,0936	0,25
		Spross	11,8	2,2	19	0,0077	0,35
Isolierte Kulturen	2+6	Wurzel	164,0	23,0	14	0,0112	0,05
		Spross	11,8	1,7	14	0,0030	0,18
	4+6	Wurzel	523,5	43,0	8	0,0628	0,15
		Spross	28,6	2,9	10	0,0033	0,11
	6+6	Wurzel	761,6	60,1	8	0,1215	0,20
		Spross	48,3	4,5	9	0,0037	0,08

Im intakten Keimling beträgt der Trockensubstanzgehalt des Sprossteils etwa 17—25% des Frischgewichtes, beim Wurzelteil nur etwa 7—15%. In Kulturen von isolierten Organen macht auch bei der Wurzel und beim Spross der Anteil der Trockensubstanz etwa 8—14% des Gesamtgewichtes aus.

Der Unterschied zwischen diesen beiden Organen kommt indessen am besten durch das Verhältnis zwischen dem Gesamtphosphor und dem Nukleinsäurephosphor (NS-P) zum Ausdruck (Tabelle II und III, Abb. 16 und 17). Der

Gesamtphosphorgehalt der Wurzel zeigt sowohl in der intakten Pflanze als auch in der isolierten Kultur eine kontinuierliche intensive Erhöhung: die Phosphorkurve verflacht sich insbesondere nach dem 4. Tag (Abb. 16 und 17). Dies unterstützt — vornehmlich bei isolierten Kulturen — wieder die Annahme, dass die Sprossspitze im Anfang den fertigen Baustoff von ihrer Umgebung (Keimblatt,

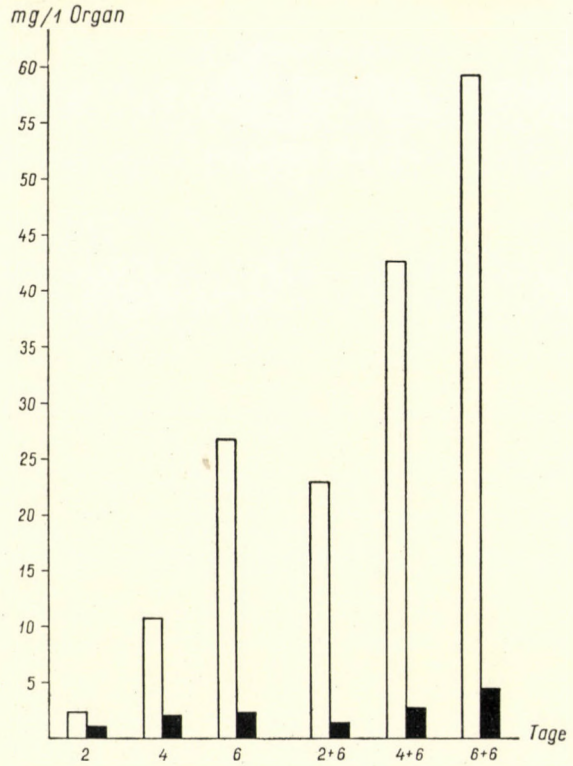


Abb. 15. Die Veränderung des Trockensubstanzgehaltes der Wurzel und des Sprosses des Bohnenkeimlings in Kulturen von intakten Pflanzen und von isolierten Organen. □ = Wurzel, ■ = Spross. Ordinate: auf ein Organ bezogener Trockensubstanzgehalt in mg. Abszisse: Lebensalter des Keimlings in Tagen

Wurzel) erhält und dass ihr Phosphorgehalt, sobald sie zu einer selbständigen Synthese gezwungen wird, stark abnimmt (Abb. 17).

Die auf ein Organ bezogenen Werte des Nukleinsäurephosphors rücken die Unterschiede zwischen dem Stoffwechsel der Wurzel und des Sprosses noch besser ins Licht. Schon in der intakten Pflanze zeigt die Zunahme des NS-P-Gehaltes der Wurzel eine weit stärkere Intensität, da sich der Nukleinsäurephosphor vom anfänglichen Zustand nach dem 2. Tage bis zum 6tägigen auf mehr als das Zehnfache erhöht (von 7,9 γ auf 93,6 γ). In der gleichen Zeitspanne beträgt diese Erhöhung beim Spross lediglich etwa das Dreifache (von 2,3 γ auf 7,7 γ). Diese zunehmende Tendenz behält die Wurzel auch in der Isolierung bei, wenn auch

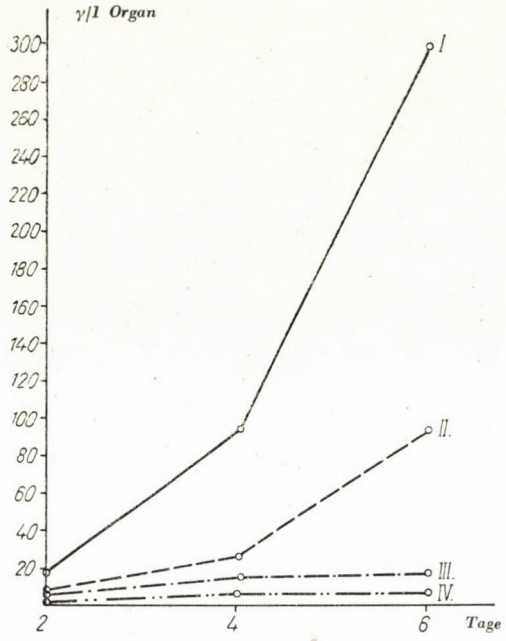


Abb. 16. Die Veränderung des Gesamt-P- und NS-P-Gehaltes der Wurzel und des Sprosses des Bohnenkeimlings in Kulturen von intakten Pflanzen. I = Gesamt-P in der Wurzel, II = NS-P in der Wurzel, III = Gesamt-P im Spross, IV = NS-P im Spross. Ordinate: auf ein Organ bezogener P-Gehalt in γ. Abszisse: Lebensalter des Keimlings in Tagen

Tabelle III

Die Veränderungen des Gesamtphosphor- und Nukleinsäurephosphorgehaltes der Wurzel und des Sprosses des Keimlings der Bohne *(Phaseolus vulgaris)* an der intakten Pflanze und in Kulturen von isolierten Organen

	Vegetationszeit in Tagen	Organ	Gesamt-P	NS-P
			γ/1 Organ	
Intakte Kulturen	2	Wurzel	18,1	7,9
		Spross	6,2	2,3
	4	Wurzel	94,6	26,7
		Spross	16,4	6,0
	6	Wurzel	298,9	93,6
		Spross	17,3	7,7
Isolierte Kulturen	2+6	Wurzel	68,4	11,2
		Spross	15,8	3,0
	4+6	Wurzel	223,3	62,8
		Spross	19,0	3,3
	6+6	Wurzel	377,1	121,5
		Spross	20,7	3,7

nicht in einem solchen Ausmass, während im exzidierten Spross kaum eine Erhöhung des NS-P eintritt. Im Gegenteil, wenn man die Angaben des Sprosses der 4- und 6tägigen intakten Pflanze mit den entsprechenden Angaben des 6 +6-tägigen isolierten Sprosses vergleicht, wird man eine deutliche Abnahme feststellen können (von 6,0 γ auf 3,3 γ und von 7,7 γ auf 3,7 γ). Aus Abb. 16 und 17

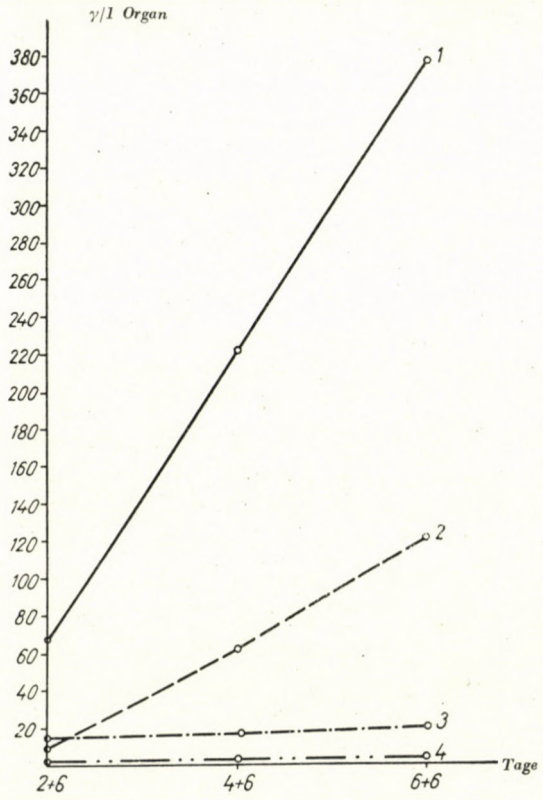


Abb. 17. Die Veränderung des Gesamt-P- und NS-P-Gehaltes der Wurzel und des Sprosses des Bohnenkeimlings in Kulturen von isolierten Organen. 1 = Gesamt-P in der Wurzel, II = NS-P in der Wurzel, 3 = Gesamt-P im Spross, 4 = NS-P im Spross. Ordinate : auf ein Organ bezogener P-Gehalt in γ. Abszisse : Lebensalter der Organe in Tagen

ist ersichtlich, dass in der Wurzel in beiden Kulturen eine ausgeprägte und allmähliche Erhöhung des NS-P eintritt, während im Spross in den isolierten Kulturen keine solche Erhöhung, sondern eher eine Abnahme festzustellen ist.

Besprechung der Ergebnisse

Aus den Versuchsergebnissen geht hervor, dass die Wurzel sowohl an der intakten Pflanze als auch in den Kulturen von isolierten Organen ein grösseres Längenwachstum zeigt als die entsprechenden Sprossteile. Hinsichtlich der

Zunahme an Trockensubstanz ist allerdings die Stellung der Wurzel nicht mehr so eindeutig, weil der prozentuale Trockensubstanzgehalt des Sprosses im intakten Keimling grösser als der der Wurzel ist. Es kann angenommen werden, dass dieser verhältnismässig günstigere Trockensubstanzgehalt des Sprosses mit dem Umstand zusammenhängt, dass die intakte Pflanze die Nährstoffe, selbst wenn sie sich in der Wurzel synthetisieren, wie dies von KONAREW (21) und FRIES (16) nachgewiesen wurde, in erster Linie in den Stengel befördert. In exzidierten Kulturen erfolgt die Zunahme des Trockensubstanzgehaltes in beiden Organen im gleichen Verhältnis. Diese Zunahme hängt aber nur zum Teil vom Längenwachstum der Organe ab und ist eher der Zellenzahl proportional. Einzelne Zellen vermögen nämlich das Mehrfache ihrer ursprünglichen Länge ohne jede Veränderung ihres Trockensubstanzgehaltes zu erreichen (8).

Die Angaben der Phosphoranreicherung in den Organen zeigen, dass sich sowohl der Gesamtphosphorgehalt wie auch der Nukleinsäurephosphorgehalt nur in der Wurzel kontinuierlich erhöht, während die Zunahme im Spross geringfügig ist und das NS-P in den isolierten Kulturen eher deutlich abnimmt. Diese Erscheinung gestattet die Folgerung, dass die sich in der intakten Pflanze zeigende NS-P-Zunahme nicht eine Synthese des Sprosses, sondern das Ergebnis einer Stoffwanderung aus der Wurzel und dem Keimblatt ist ; nach einer Isolierung des Sprosses nimmt nämlich der NS-P-Gehalt nicht weiter zu, sondern eher ab. Diese Möglichkeit wird durch die Angaben KONAREWS (21) unterstützt, die er bezüglich des Verhaltens der Nukleinsäuren beim Hungern von Erbsen gewonnen hatte. Diese Angaben bekräftigen die Hypothese, dass die Wurzel bei dem untersuchten Material und unter den gegebenen Untersuchungsverhältnissen einerseits intensiver NS-P synthetisiert als der Spross und dass andererseits der isolierte Spross nicht oder kaum imstande ist, Nukleinsäurephosphor zu synthetisieren. Dem Aufbau von Nukleinsäure in der Wurzel widerspricht auch nicht, dass z. B. während des Hungerns der Pflanze die Sprossspitze unter allen Organen am längsten lebt und sich am längsten entwickelt. Die Teilung und Differenzierung der Wurzel bleibt in solchen Fällen deswegen stehen, weil sie die von ihr synthetisierten Nährstoffe in die Sprossspitze leitet, wie dies von FRIES (16) und KONAREW (21) festgestellt wurde. Nach FRIES lässt sich diese Synthetisierungsinsuffizienz in der Wurzel dadurch beheben, dass man die Nährlösung z. B. durch Arginin, Glyzerin oder Adenin entsprechend ergänzt.

Die Deutung der Veränderungen der zwei NS-Fraktionen auf Grund der mit dem Wachstum der Organe zusammenhängenden Zellenzahlzunahme soll noch eingehender — in einer späteren Arbeit — dargelegt werden. Immerhin wird man schon jetzt feststellen dürfen, dass die Zunahme des Ribonukleinsäurephosphors, die in einen unmittelbaren Zusammenhang mit der Gewebsdifferenzierung und mit dem Wachstum gebracht wird (4, 9, 10, 11, 19, 21), in der Wurzel in beiden Kulturen eine ansteigende Tendenz aufweist, während im Spross

eine solche Tendenz nur bei der intakten Pflanze zu beobachten ist. Im isolierten Spross, wo die Synthese des Gesamt-NS-P kaum eine Erhöhung zeigt, ändert sich auch das Verhältnis der beiden Fraktionen, eine Erscheinung, für die eine ausführlichere Erklärung vom Resultat der Zellenzählung erhofft wird.

Die Werte des in Prozenten des Trockensubstanzgehaltes ausgedrückten Nukleinsäurephosphors (Tabelle II) scheinen auf den ersten Blick das Gegenteil der obigen Darlegungen zu beweisen. In den Kulturen der intakten Pflanzen entfällt auf 1 mg Trockensubstanz des Sprosses vom 2. Tage an mehr Nukleinsäurephosphor als auf 1 mg Trockensubstanz der Wurzel. Dies ist aber kein unanzweifelbarer Beweis für die Synthese, sondern bestätigt höchstens die von mehreren Verfassern (21) erwähnte Stoffwanderung. Vergleicht man nämlich diese aus den intakten Organen der intakten Pflanze gewonnenen Angaben mit denen der isolierten Organe, so ergibt sich, dass sich das prozentuale Verhältnis des Sprosses immer mehr verringert und sich das der Wurzel immer mehr erhöht und dass in 4 + 6tägigen Kulturen isolierter Organe auf 1 mg Trockensubstanz der Wurzel bereits etwas mehr NS-P entfällt als beim Spross. In der 6 + 6tägigen Kultur hingegen beträgt der Nukleinsäurephosphorgehalt von 1 mg Trockensubstanz in der Wurzel schon zweiundeinhalbmal soviel als im Spross.

Diese Angaben dürften wohl unsere oben dargelegte Folgerung, wonach der Spross unter den gegebenen Versuchsverhältnissen kaum NS-P zu synthetisieren vermag, während die Wurzel dazu imstande zu sein scheint, nicht abschwächen, sondern eher bekräftigen.

Schlussfolgerungen

Aus den in unseren Versuchen erhaltenen Ergebnissen lässt sich feststellen, dass die von uns angewandte Untersuchungsmethode, die das Längenwachstum zusammen mit der Substanzzunahme und der Phosphorsynthese berücksichtigt, zur Untersuchung des Wachstums der Wurzel und des Sprosses geeignet erscheint. Die junge Wurzel zeigt in beiden Kulturen ein intensiveres Längenwachstum als der Spross, eine Erscheinung, die durch die Veränderung des Nukleinsäurephosphorgehaltes der Organe zufriedenstellend erklärt werden kann. Die Zunahme des Trockensubstanzgehaltes des Sprosses ist verhältnismässig grösser als die der Wurzel.

Die auf ein Organ bezogene Zunahme des Gesamtphosphors und des Nukleinsäurephosphors erfolgt sowohl an der intakten Pflanze als auch in den isolierten Organen mit einer grösseren Geschwindigkeit in der Wurzel als im Spross. Der in Prozenten des Trockensubstanzgehaltes der Organe ausgedrückte Nukleinsäurephosphorgehalt ist bei der intakten Pflanze im Spross grösser als in der Wurzel. Werden jedoch die Organe isoliert, so ändert sich dieses Verhältnis, und in 6 + 6tägigen Kulturen isolierter Organe findet sich in der Trockensubstanz

der Wurzel bereits zweiundeinhalbmal soviel NS-P als in der Trockensubstanz des Sprosses. Der isolierte Spross vermag also kaum NS-P zu synthetisieren, während die isolierte Wurzel hierzu imstande ist. Bei der intakten Pflanze lässt sich die günstige NS-P-Versorgung des Sprosses dadurch erklären, dass der in der Wurzel synthetisierte Nährstoff in den Spross wandert, wie dies auch von Literaturangaben (16, 21) bestätigt wird. Unter den angewandten Versuchsverhältnissen erwies sich also die Wurzel des jungen Keimlings als autotroph und der Spross als heterotroph.

LITERATUR

1. Ball, E.: 1946. Development in Sterile Culture of Stem Tips and Subjacent Regions of Tropaeolum majus L. and of Lupinus albus L. Amer. Jour. of Bot., **33.** S. 301—318.
2. Bonner, J.: 1940. On the Growth Factor Requirement of Isolated Roots. Amer. Jour. of Bot., **27.** S. 692—701.
3. Bonner, J.: 1942. Culture of Isolated Roots of Acacia melanoxylon. Bull. Tor. Bot. Club., **69.** S. 130—133.
4. Brachet, J.: 1950. Chemical Embryology. New York: Interscience Publishers.
5. Brown, R.: 1951. The Effects of Temperature on the Durations of the Different Stages of Cell Division in the Root Tip. Jour. of Exp. Bot., **2.** S. 96—110.
6. Brown, R.—Reith, W. S.—Robinson, E.: 1952. The Mechanism of Plant Cell Growth. Symposia of the Society for Experimental Biology No VI. Structural Aspects of Cell Physiology. Cambridge, Univ. Press. S. 239—347.
7. Brown, R.—Whightman, F.: 1952. The Influence of Mature Tissue on the Division in the Meristem of the Root. Jour. of Exp. Bot., **3.** S. 253—263.
8. Burström, H.: 1953. Physiology of Root Grown, Ann. Rev. of Plant Physiol., **4.** S. 237—252.
9. Caspersson, T. O.: 1950. Cell Growth and Cell Function. New York: Norton.
10. Danielli, J. F.: 1953. Cytochemistry. New York, London: Wiley.
11. Davidson, J. N.: 1950. The Biochemistry of the Nucleic Acids. New York, London: Wiley.
12. De Ropp, R. S.: 1945. Studies in the Physiology of Leaf Growth. I. The Effect of Various Accessory Growth Factors on the Growth of the First Leaf of Isolated Stem Tips of Rye. Ann. of Bot., **9.** S. 369—381.
13. De Ropp, R.: 1946. Studies in the Physiology of Leaf Growth. III. The Influence of Roots on the Growth of Leaves and Stems in Rye. Ann. of Bot. **10.** S. 353—359.
14. De Ropp, R.: 1946. Studies in the Physiology of Leaf Growth II. Growth and Structure of the First Leaf of Rye when Cultivated in Isolation or Attached to the Intact Plant. Ann. of Bot., **10.** S. 31—40.
15. Fiedler, H.: 1939. Die pflanzliche Gewebe- und Organkultur. Sammelreferat. Zeitschr. f. Bot., **33.** S. 369—416.
16. Fries, N.: 1953. Limiting Factors in the Growth of the Pea Sedling Root. Phys. Plant. **6.** S. 292—300.
17. Gale, E. F.—Folkes, J. P.: 1954. Effect of Nucleic Acids on Protein Synthesis Amino-Acid Incorporation in Disrupted Staphylococcal Cells. Nature, **173.** S. 1223—1227.
18. Gautheret, R. J.: 1946. Plant Tissue Culture. Growth: Supplement to vol. 10. Sixth Symposion on Development and Growth. S. 21—43.
19. Howard, A.—Pelc, S. R.: 1951. Synthesis of Nucleoprotein in Bean Root Cells. Nature, **167.** S. 599—600.
20. *Колесников, Б. А.:* 1947. Корневая система плодовых деревьев. Диссертация Т. Ш. Х.
21. *Конарев, В. Г.:* 1953. О поведении нуклейновых кислот у растений в условиях голодного обмена. Докл. Акад. Наук СССР. Нов. сер. **89/3** стр. 551—554.
22. Kotte, W.: 1922. Wurzelmeristem in Gewebekultur. Ber. Dtsch. Bot. Ges., **40.** S. 269—272.
23. Kotte, W.: 1922. Kulturversuche mit isolierten Wurzelspitzen. Beitr. allg. Bot., **2.** S. 413—434.
24. Lavib, P. S.—Harrington, H.—Buckaloo, G. W.: 1953. Adaptation of a Filtration

Technique to the Fractionation of Tissue Phosphorus Compounds in p^{32}-Studies. Western Res. Univ. Atomic Energy Med. Res. Project., NYO-1625. 1951. S. 255. Ref.: Berichte d. w. Biol., **81.** 4/6. S. 246.

25. Loo, Sh. W.: 1945. Cultivation of Excised Stem Tips of Asparagus in vitro. Amer. Jour. of Bot., **32.** S. 13—18.
26. Loo, Sh. W.: 1946. Cultivation of Excised Stem Tips of Dodder in vitro. Amer. Jour. of Bot., **33.** S. 295—300.
27. Morgan, C.—Reith, W. S.: 1954. The Compositions and Quantitative Relations of Protein and Related Fractions in Developing Root Cells. Jour. of Exp. Bot., **5.** S. 119—135.
28. Potapow, N. G.: 1952. A gyökér szerepe a növények életében. (Die Rolle der Wurzel im Leben der Pflanzen. Nur ungar.) Vortrag im Ungar. Biologenverein.
29. Potapow, N. G.—Maróti, M.: 1954. A bab gyökér- és szármerisztémasejtjei növekedésének és osztódásának sajátosságai. (Eigentümlichkeiten in Wachstum und Teilung der Meristemzellen der Wurzeln und Sprosse bei der Fisole. Ungar. mit deutsch. u. russ. Zsfg.) Annal. Biol. Univ. Hung., **2.** S. 107—114.
30. Potapow, N. G.—Maróti, M.: 1955. Vergleichende Untersuchung der Meristeme von Wurzel und Sprossspitze an Bohnenkeimlingen. Acta Bot. Hung. **2.** S. 3—4.
31. Robbins, W. J.: 1922. Cultivation of Excised Root Tips and Stem Tips under Sterile Conditions. Bot. Gaz., **73.** S. 376—390.
32. Robbins, W. J.: 1940. On the Growth Factor Requirement of Isolated Roots. Am. Jour. of Bot., **27.** S. 692—701.
33. Robbins, W. J.: 1951. Vitamin and Amino Acid Requirements for the Growth of Higher Plants. Skoog, F.: Plant Growth Substances. Wisconsin: Univ. Press.
34. Robinson, E.—Brown, R.: 1952. The Development of the Enzyme Complement in the Growing Root Cells. Jour of Exp. Bot., **3.** S. 356—374.
35. Roth, H.: 1944. Über Neuerungen in der mikroanalytischen Praxis. Mikrochemie, **31.** S. 287—295.
36. Sachs, J.: 1892—93. Gesammelte Abhandlungen über Pflanzenphysiologie. Leipzig: Engelmann.
37. Steward, F. C.—Wetmore, R. H.—Thompson, J. P.: 1954. A Quantitative Chromatographic Study of Nitrogenous Components of Shoot Apices. Am. Jour. of Bot., **41.** S. 123—134.
38. *Семененко, Г.—Тимашова, О. А.:* 1954. О содержании нуклейновых кислот в листьях растений при вегетативной гибридизации. Биохимия **19,** стр. 543—548.
39. Taylor, A. E.—Miller, C. W.: 1914. On the Estimation of Phosphorus in Biological Material. Jour. biol. Chem., **18.** S. 215—231.
40. Torrey, J. G.: 1954. The Role of Vitamins and Micronutrient Elements in the Nutrition of the Apical Meristem of Pea Roots. Plant. Phys., **29.** S. 279—287.
41. White, P. R.: 1951. Nutritional Requirements of Isolated Plant Tissues and Organs. Ann. Rev. of Plant Physiol., **2.** S. 231—244.
42. White, P. R.: 1937. Seasonal Fluctuations in Growth Rates of Excised Tomato Root Tips. Plant Physiol., **12.** S. 803—811.
43. *Занев, Р.:* 1953. Новообразуване на клетчни ядра в ендосперма на растенията. Бълг. Акад. Наук, 4, стр. 113—119.

СИНТЕЗ НУКЛЕИНФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ В КОРНЯХ И ПОБЕГАХ ПРОРОСТКА ФАСОЛИ

Н. Г. ПОТАПОВ и М. МАРОТИ

Резюме

Авторы анализировали продольный рост корней и побегов, увелчение содержания сухого вещества и изменения содержания нуклеинфосфорной кислоты в проростках фасоли, выращенных в проверенных и стерильных условиях, пользуясь как цельными растениями так и культурами изолированных органов.

В опытах авторов молодые корни показывали как в цельных, так и в изолированных культурах более интенсивный темп продольного роста, чем побеги. Далее было установлено, что относительное повышение содержания сухого вещества в побегах больше чем у корней, но с другой стороны изолированные культуры побегов обладают значительно большим содержанием воды, чем подобные культуры корней, что позволяет сделать заключение о более меристематическом характере корней.

Повышение содержания общего фосфора и общей нуклеинфосфорной кислоты, вычисленное на один орган, показало как у цельных растений, так и в случае изолированных органов больший темп в корнях, чем в побегах. Соотношение нуклеинфосфорной кислоты органов, определенное в процентах сухого вещества, благоприятнее у цельных растений, но при изоляции это соотношение изменяется, и в 6 + 6 дневных изолированных культурах в сухом веществе корней обнаруживается в два с половиной раза больше нуклеинфосфорной кислоты, чем у побегов. Следовательно, по результатам исследований — в противоположность корням — в случае изоляции побеги едва ли способны синтетизировать нуклеинфосфорную кислоту. Однако, весьма обоснованным кажется то предположение, согласно которому в случае цельного растения значительная часть синтетизированного вещества переходит из корней в побеги.

NEUERE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE ZÖNOLOGIE BODENBEWOHNENDER GROSSPILZE DER WALDTYPEN

G. UBRIZSY

Forschungsinstitut für Pflanzenschutz

(Eingegangen am 25. I. 1956)

1. Historische Übersicht

In den vergangenen Jahren vertieften sich unsere Kenntnisse über die ökologischen Verhältnisse der bodenbewohnenden Grosspilze, genauer gesagt über die engen ernährungsbiologischen Beziehungen der Pilze zur phanerogamen Vegetation des Standortes. Damit steigerte sich auch das Interesse gegenüber der zönologischen Rolle dieser Pilze in den Pflanzengesellschaften. Die bahnbrechenden Untersuchungen von H. HAAS (1932) beziehen sich nur auf die Gebundenheit einzelner charakteristischer Pilzarten (insgesamt von 225 Arten) an die wichtigeren Waldformationen Württembergs, bzw. auf die Beziehungen der Pilzarten zu den Waldböden geologisch verschiedenen Ursprungs. Von 40 bis 70% der von ihm untersuchten Arten haben sich als mit den Waldbäumen in enger Symbiose lebende *Mykorrhiza*-Arten entpuppt. HAAS wurde aber auf den eigentümlichen und sich in jedem Jahr regelmässig wiederholenden Vegetationsrhythmus der Pilzbestände nicht aufmerksam.

K. HÖFLER (1938) und seine Schule (K. FRIEDRICH 1936—1940, E. LEISCHNER-SISKA 1939 usw.) untersuchen und analysieren vor allem aus ökologischen Gesichtspunkten die Pilzvegetation eines bestimmten Standortes. Die von ihnen eingeführten Untersuchungsmethoden sind mit kleineren-grösseren Abänderungen auch noch heute im Gebrauch. LEISCHNER-SISKA untersuchte in der Klimax-Assoziation *Fagetum praealpinum* und in *Piceetum*-Beständen von der Umgebung von Salzburg auf 13 Dauerquadraten von je 100 m² in den Monaten August und September 1937 — d. h. im Zeitpunkt des grössten Pilzaspektes — die ökologischen Verhältnisse des Erscheinens der Grosspilze. Und obschon J. BRAUN-BLANQUET (1928) erwähnt, dass die Pilze im allgemeinen eine recht bedeutende Gesellschaftstreue aufweisen (F : 4—5) und so recht geeignet zur Charakterisierung der phanerogamen Vegetation sind. Hat sich E. LEISCHNER-SISKA von den synthetischen Werten, welche die einzelnen Assoziationen bestimmen und charakterisieren, nur mit der Konstanz befasst. Die konstanten Arten (K = V) der durch ihn untersuchten Waldgesellschaft, die er gleichzeitig auch als bezeichnende Arten anführt, waren die folgenden : *Collybia radicata*, *Lactarius piperatus*, *Lycoperdon gemmatum*, *Mycena pura*, *Clavaria pistillaris*, *Craterellus cornucopioides*, *Limacium eburneum* und *Russula fellea* (die ersteren vier in 91%, die letzteren in 82% der Assoziationsindividuen), ferner *Amanita vaginata* und *Lactarius blennius*. Nachdem die Untersuchungen auf Dauerquadraten vorgenommen wurden (dies geschieht im allgemeinen bezüglich der Pilze), wäre es richtiger gewesen, die Frequenz zu bewerten und zu gebrauchen. Die Frequenzdaten drücken nicht nur die Gebundenheit des Pilzes an die den Standort des Pilzes bestimmende Pflanzenassoziation, d. h. sein gesetzmässiges Vorkommen in ihr, sondern auch die Gebundenheit an die betreffenden Pilzaspekte aus. In diesem Sinn können wir — ausser den Charakterarten — auch von Pilzarten, die an gewisse Pilzaspekte gebunden (»aspekttreue Pilze«) oder von diesen unabhängig (»aspektvage Pilze«) sind, sprechen.

Schon K. HÖFLER gibt an, dass die bodenbewohnenden Grosspilze wegen ihrer heterotrophen Nahrungsaufnahme streng auf die Fäulnisprodukte der Blütenpflanzen, im Falle von *Mykorrhiza*-Arten an die Blütenpflanzen selbst, vor allem auf Bäume, angewiesen sind. Ihr regelmässiges und gesetzmässiges Erscheinen, weiterhin ihre Vergesellschaftung in kleineren-grösseren Gruppen, steht ausserhalb der Witterung auch mit der Zusammensetzung der Organisation und dem Charakter der umgebenden Vegetation im Zusammenhang. Es wäre unbegründet von selbständigen, von den höheren Pflanzen gänzlich unabhängigen Pilzgesellschaften zu sprechen. Die Organisation der einzelnen Waldbestände, ihre Assoziationen und ihre spezifische Zusammensetzung, der Entwicklungszustand und die Geschlossenheit des Waldes, sein synökologischer Zustand usw., bestimmen ja schon im Grunde genommen die in ihm wachsende Pilz-

vegetation. Und wie es die bisher an verschiedenen Stellen angestellten umfangreichen Forschungen gezeigt haben, so gruppiert sich die Pilzvegetation innerhalb des Waldes in bestimmten, örtliche Korrelation aufweisenden Pilzaspekten, d. h. die auf den Bäumen lebenden epixylen *Aeromycophyten* bilden zusammen mit den sich in der Gras- und Moosschicht entwickelnden bodenbewohnenden Grosspilzen *(Geo-* und *Hypogeomycophyten)* Synusien.

Von den die Pilzaspekte betreffenden Studien ist besonders die von K. FRIEDRICH (1940) zu erwähnen. Er macht einen Unterschied zwischen — einerseits — Pilzgesellschaften, die in gewissen Jahreszeiten regelmässig erscheinen (mit anderen Worten, aus solchen Pilzarten bestehen, die zur Fruchtbildung eine grosse Fähigkeit besitzen) und sich im Durchschnitt von vielen Jahren wiederholen und die er als »stabile Aspekte« bezeichnet, und — andererseits — solchen, die im Gegensatz zu jenen, nur verstreut, nur in gewissen Jahren und von ungewisser Zusammensetzung auftreten ; diese nennt er »individuelle« oder »isolierte Aspekte«. Von den stabilen Aspekten bezeichnet er den ausgeprägtesten, an Arten reichsten Aspekt, welcher sich zur Zeit der Kulmination des das Gedeihen und die Fruchtkörperbildung der Pilze determinierenden R-Faktors entwickelt, als »maximalen« Aspekt. Ich meinerseits erörterte in meinen, in den Jahren 1943 und 1948 im Nyírség und im Tiszántúl angestellten mykozönologischen Untersuchungen die Wichtigkeit der Pilzaspekte ausführlich und habe den Aspekt-Rhythmus (Dynamik) der einzelnen Waldbestände, beziehungsweise ihrer Pflanzenassoziationen dargelegt.

In der ungarischen Literatur befasst sich mit der Frage der Aspektbildung der Pilze unter anderen auch I. KÁRPÁTI (1953, 54). Er betrachtet irrtümlicherweise die einzelnen Entwicklungsphasen der Fruchtkörper der Grosspilze als Aspekte, bzw. als Aspekt-Phasen, obwohl wir unter dem Begriff »Aspekt« saisonbedingte Gesellschaften verschiedenartiger Pilze verstehen. Vom phenologischen Gesichtspunkt aus betrachtet ist die Entwicklung des Fruchtkörpers ein so rascher Vorgang, dass man dessen einzelne Abschnitte (Phasen) überhaupt nicht voneinander unterscheiden kann, und meiner Ansicht nach auch nicht unterscheiden braucht. In der sowjetischen Literatur betont B. WASILKOW (1938) bei der Aufnahme und Charakterisierung der Wald- und Wiesengesellschaften die Wichtigkeit der in ihnen vorkommenden Grosspilze und ihre standortbezeichnende Rolle. K. BÄSSLER (1944), der in der Kurpfalz in Kastanienwäldern die Vegetationsperioden der Pilze ein ganzes Jahr hindurch beobachtete und in seinen Analysen alle zönologischen Daten bewertete, bedient sich zur Charakterisierung der einzelnen Biotopen der sich entwickelnden Pilzaspekte. An 16 Untersuchungsstellen sammelte er insgesamt 275 Pilzarten, von denen 219 in einem ausgesprochenen Zusammenhang mit der Edelkastanie standen. (182 wuchsen auf dem Boden, 29 auf Bäumen und 9 teils auf dem Boden teils auf den Bäumen.) Im ersten Drittel des Monats August bekam er mit 343 Pilzexemplaren den maximalen Wert, dagegen wies der zweite Kulminationspunkt im letzten Drittel des Monats Oktober 249 Exemplare auf. Seine Arbeit wird ausser der Gründlichkeit auch von der eingehenden Untersuchung der ökologischen Faktoren charakterisiert. Zu bedauern ist, dass er den R-Faktor, welcher den korrelativen Zusammenhang zwischen Bodenfeuchtigkeit und Bodentemperatur ausdrückt, nicht kannte, und so die Beziehungen zwischen den Pilzaspekten und dem R-Faktor nicht suchte.

W. PIRK (1948) beweist auf Grund der Analyse von 100 m^2 Dauerquadraten mehrerer Subassoziationen und Waldtypen des *Querceto-Carpinetums*, dass die bodenbewohnenden Grosspilze in den einzelnen Waldbeständen nicht nur eine synökologische Rolle durch ihre zersetzende und humusbildende Wirkung spielen, sondern durch ihr Massenvorkommen auch im physiognomischen Sinn von Bedeutung sind. In seinen Aufnahmen beträgt das Verhältnis zwischen Blütenpflanzen und Pilzen 2 : 3 (auf 86 Blütenpflanzen fallen 135 Pilzarten), und so spielt die Mykoflora, beziehungsweise die Pilzvegetation auch im Antlitz der Gesellschaften eine wichtige Rolle.

W. H. WILKINS an der Universität von Oxford und seine Schüler berichteten in den Jahren 1937 bis 1946 erschienen 5 Studien über die wichtigen Ergebnisse ihrer in Buchen-, Eichen- und Nadelwäldern, sodann auf benachbarten Wiesen und Weiden angestellten mykozönologischen Forschungen. Vor allem stellten sie den »Häufigkeitwert« der Grosspilze fest. Recht bemerkenswert ist der Umstand, dass ausschliesslich eine einzige Pilzart, *Camarophyllus virgineus*, auf allen 20 Prüfstellen vorkam. WILKINS und HARRIS (1946) verfertigten im Zusammenhang mit ihren in Buchen- und Nadelwäldern veranstalteten Untersuchungen Diagramme, welche den Zusammenhang zwischen Fruchtkörperzahl, Niederschlag, Temperatur und Bodenfeuchtigkeit darstellen. Diese Diagramme beweisen, dass sich das maximale Ernteergebnis in den Nadelwäldern ungefähr zwei Wochen, in den Buchenwäldern ungefähr drei Wochen nach der Maximaltemperatur zeigte. In Buchenwäldern haben sie 36, in Nadelholzwäldern 24 verschiedene Arten untersucht. J. GRAINGER (1946) hat den Einfluss des pH-s, des Inhalts an Wasser und an organischem Stoff des Bodens im Zusammenhang mit den bei den einzelnen Pilzbeständen auftretenden phänologischen und Successionsereignissen erforscht. Er begründet die Periodik der Fruchtkörperbildung damit, dass die dazu benötigte Temperatur, Feuchtigkeit und die

leicht aufnehmbaren Nitrogenmengen ausschliesslich zu gewissen Jahreszeiten und Gelegenheiten gleichzeitig zur Verfügung stehen. M. LANGE (1947) stellt anhand seiner auf *Sphagnum*-Mooren in Dänemark angestellten Untersuchungen fest, dass die Maximalentwicklung bei den Grosspilzen sich im Monat Oktober meldet, dagegen ein sekundärer Kulminationspunkt in der Entwicklung im Monat Juni oder Juli zu beobachten ist. Die von ihm benützten Dauerquadrate (1 m^2) bewiesen sich als zu klein. M. MOSER (1949) veranstaltete in der Nähe von Innsbruck, in Nadelwäldern, die infolge Feuersbrunst vernichtet wurden, recht wertvolle zönologische Analysen betreffs der einander folgenden und fast in Sukzessionsreihen zu ordnenden Pilzbestände. Während der ersten vier Monate wächst auf der abgebrannten Fläche ein *Peziza*-Bestand, diesem folgt *Funaria*, sodann erscheint ein Moos-Stadium aus *Bryum*-Arten bestehend, mit recht charakteristischen Pilzen. Diese Pilzarten teilt er in die Gruppe der »Anthracobionten« (nur aus verbrannten Stoffen lebend), der »Anthracophilen«, der »Anthracoxenen« und endlich in die Gruppe der »Anthracophoben« ein. Die »Pyrophilen«-Pilze (Pilze die auf dem sterilen Boden kurz nach dem Brand gefunden wurden), sowie die Anthracobionten sind für das *Peziza*-Stadium charakteristisch. J. H. WARCUP (1951) stellte fest, dass die Struktur des Bodens und sein pH von wesentlichem Einfluss auf die Zahl der Pilzarten und auf die Ausdehnung der Pilzbestände sind. Er stellt den Zusammenhang zwischen dem in Millimetern gemessenen Niederschlag der in 2,5 cm Tiefe gemessenen Bodenfeuchtigkeit sowie zwischen dem Reproduktionszeitpunkt der Pilze fest. Er kam zum Ergebnis, dass in der von ihm untersuchten Myzeliumzone der Grosspilze die Zahl sowohl der Arten als auch der Individuen der mikroskopischen Schimmelpilze in bedeutendem Masse niedriger war als anderswo. Zur Untersuchung der Beständigkeit der Grosspilze gibt uns PARKER—RHODES (1951) ausserordentlich interessante Methoden bekannt. Die Untersuchungen berücksichtigen nicht nur die Fruchtkörper sondern auch die Myzelien. Der Verfasser bestimmt die Verhältnisse des Myzeliumbestandes auf Grund der Fruchtkörper. Vom aut- und synökologischen Gesichtspunkt aus hat er folgende wertvolle neue Begriffe eingeführt: 1. Locus: jene Fläche des Substratums, welche zur Ernährung eines fruchtbringenden Diploid-Myzeliums genug gross ist, aber zu klein, dass auf ihr gleichzeitig zwei solche Myzelien Früchte tragen könnten. 2. Enumerativer Bestand : die Zusammenfassung aller jener Loci, welche für die Art zugänglich sind und deren Zahl das Ausmass der enumerativen Lebensgemeinschaft bestimmt. Statt der Bezeichnung dominante Arten benützt er die Bezeichnung »praevalente« und »subvalente« Arten, weiterhin unterscheidet er »praeposite« Arten, welche jeweils in einer Jahreszeit nur in einer Aufnahme erscheinen, sodann »apposite« Arten, welche in mehr als einer Aufnahme vorkommen (Frequenz-Problem).

Eine zusammenfassende Bewertung der zeitgemässen pilz-ökologischen und zönologischen Untersuchungen gibt uns B. COOKE in seinen in den Jahren 1948 und 1953 erschienen zwei Studien. In diesen finden wir einen guten Überblick über die in den verschiedenen Ländern veranstalteten Forschungen gleichen Charakters. In seiner zweiten Veröffentlichung (S. 217) gibt er auch eine kurze Rezension meiner im Jahre 1948 als vorläufige Mitteilung erschienenen Arbeit und stellt im Zusammenhang mit ihr fest, dass die Werte, die die Bodenfeuchtigkeit ausdrücken, in meiner Arbeit nicht genügend präzis sind. Ich möchte darauf hinweisen, dass K. FRIEDRICH (1940) in seiner ausgezeichneten ökologischen Arbeit (S. 8) ebenfalls den Wassergehalt des Bodens in Prozenten seines Frischgewichts ausdrückte und Ergebnisse erhielt, welche den meinigen recht ähnlich waren. Auch K. BÄSSLER (1944) stellt diesen Prozentsatz fest. Die gleichen Methoden werden von WILKINS und PATRICK (1940) in einer ihrer Arbeiten befolgt. Wie das auch COOKE an einer anderen Stelle richtig bemerkt (S. 215), so geben in Europa die meisten Verfasser den Wassergehalt des Bodens in Prozenten seines Frischgewichts an, und wie bekannt, hat sich dieses System wegen seiner Einfachheit in Mitteleuropa bei allen bodenkundlichen Untersuchungen eingebürgert. COOKE hat scheinbar den kurzen, in fremder Sprache übersetzten Auszug meiner Arbeit missverstanden und denkt, dass ich den von FEHÉR benannten R-Faktor mit der Bodenfeuchtigkeit als identisch nehme. Dass ich die Bezeichnung R-Faktor in der ursprünglichen Deutung gebrauche, wird durch die in meiner diesbezüglichen früheren Arbeit gegebenen Diagramme, ferner durch die häufigen Berufungen im Werke »Mikrobiologie des Bodens« (1954) von D. FEHÉR — welche die Ergebnisse meiner Forschungen hervorheben — bewiesen.

Die Pilzvorkommen aussergewöhnlicher Standorte werden nur neuerdings erforscht. So haben J. FAVRE (1948) und FR. KOTLABA (1953) die Pilzvegetation der Pflanzengesellschaften von Moorgebieten und Torfmooren analysiert. Solange FAVRE die ökologischen Beziehungen der Frage bearbeitete, charakterisierte FR. KOTLABA in seiner aussergewöhnlich gründlichen und ausführlichen Arbeit die ökologischen Ansprüche der sphagnicolen und turficolen Pilze und über dies hinaus verfolgte er den Vegetationsgang der Pilze während 2 Jahre (1950—51) in 9 Pflanzengesellschaften auf 5 bzw. 6 Dauerquadraten, die als Minimiareal zu betrachten sind. Er sammelte 217 unter solchen extremen Verhältnissen lebende Pilzarten (2078 Stück) und ermittelte genau die konstant-dominanten bzw. charakteristischen Pilzarten der einzelnen Assoziationen. Er wies auch auf den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen einzelner Pilz-

arten und den ökologischen Verhältnissen der Biotope hin. Von grosser Bedeutung ist seine Feststellung, dass die physico-chemischen Eigenschaften der Umgebung auf den Moorgebieten bzw. des Moorbodens von speziellen pH-Verhältnissen ausschlaggebender sind, als die symbiotischen Beziehungen der Pilze. Es können nähmlich einige mykotrophen Pilze nach Vernichtung des Baumes noch lange Zeit aus den verwesenden Fäulnisprodukten ihr Leben fristen (Z. SCHAEFER 1944).

K. HÖFLER (1938) erforschte im *Fagetum silvaticae quercetosum* (von Typ *Carex pilosa)* bzw. im *Fagetum abietosum* in der Umgebung von Wien in den Herbstmonaten (Oktober, November) die maximalen Pilzaspekte. K. FRIEDRICH (1940) analysiert ebendort die Assoziationen *Fagetum quercetosum*, *Fagetum abietosum*, *Pinetum nigrae*, *Querceto-Carpinetum* vom Gesichtspunkt der makroskopischen Pilzvegetationen der Waldböden. In der Buchenzone benennt er den Sommeraspekt nach den vorherrschenden Pilzen : *Russula*-Aspekt, den Spätsommer-Aspekt: *Lactarius vellereus*-Aspekt, den Herbst-Aspekt : *Mycena*-Aspekt, und endlich den Winter-Aspekt: *Mycena stannea-Coprinus picaceus*-Aspekt. In den Nadelwäldern hat er gleichfalls einen Sommer-*Russula*- und einen Herbst (maximal)-*Mycena*-Aspekt gefunden. Für den gepflanzten *Pinetum nigrae* war der *Amanita muscaria*-Aspekt charakteristisch, im übrigen hält er dessen Pilzvegetation nicht für einheitlich. Im Jahre 1943 fand er im *Querceto-Carpinetum* praeestivalisch erscheinend einen Juni-Aspekt als Maximalaspekt, und er findet im allgemeinen diese Waldassoziation an Arten reicher, als die der Buchen. Mit dem Hinweis auf dem Aspekt-Rhythmus hat der Verfasser eine bahnbrechende Arbeit auf dem Gebiete der Forschung der Pilzzönologie geleistet.

W. PIRK (1952) befasst sich in seiner neuesten Arbeit mit der Untersuchung der epixylen Pilzvegetation. Auf diesem Gebiet hat mein, die Pilzvegetation des Nyírség behandelnder Aufsatz (1941) als erster in der Literatur auf die zönologischen Verhältnisse sowie auf die Umstände des Vorkommens der epixylen Pilzgesellschaften, die die Fruchtkörper auf Baumstümpfen und auf Stämmen lebender Bäume entwickeln, hingewiesen. Da ihr Erscheinen gesetzmässig und manchmal lange Zeit hindurch anhaltend ist, können sie als Assoziationen einer Schicht (als Synusien) aufgefasst werden. (So ist z. B. auf dem Gebiet des Nyírség in den Eichenwäldern das Synusium von *Hymenochaete ferruginea-Trametes versicolor* häufig.) Ich habe auf das Muster der epixylen Moos- und Flechtengesellschaften die aus epiphyten, bzw. xylophagen Arten bestehenden Pilzgesellschaften als Mikroassoziationen betrachtet und sie unter den Namen *Polystictetum versicoloris* — bzw. *Schizophylletum communis* beschrieben und zwar innerhalb der Assoziationsgruppe *Schizophyllion communis*. Meine damalige Auffassung wurde einer strengen Kritik unterzogen, und wurde auch meinerseits als zu übertrieben gefunden und richtiggestellt ; statt dessen näherte ich mich der Synusium-Auffassung.

PIRKS Arbeit bedeutet doch eine — obzwar nachträgliche — Anerkennung und gleichzeitig eine Weiterentwicklung meiner bahnbrechenden Arbeit. Bei der Untersuchung der epixylen Pilzgesellschaften auf den in Wasser stehenden Kopfweiden beschreibt er die Assoziation *Fometum igniarii*, welche er in die Gesellschaftsklasse *Armillarietea melleae* Tx. et Pirk einreiht. Gleichzeitig weist er auch auf das Vorkommen einer anderen Assoziation hin u. zw. auf das *Xylarietum hypoxylonis* Tx. et Pirk. Obzwar seine Auffassung bestreitbar ist, so ist es doch sein Verdienst, dass er die methodische Bearbeitung der epyxilen Pilzvegetation nach einer zehnjährigen Ruhepause wieder aufgenommen hat. BRAUN-BLANQUET erwähnt in seiner »Pflanzensoziologie« (1951), dass PIRK und TÜXEN von morschen Weiden die zum Teil als epiphytische Pilzgesellschaft zu betrachtende Assoziation des *Coprinus ephemeroides* beschrieben haben.

2. Methoden und Probleme

Die bei der Untersuchung und der statistischen Analytik der Pilzgesellschaften angewandten Methoden zur Ermittlung der analytischen und synthetischen Eigenschaften sind der bei den Gesellschaften höherer Pflanzen gebrauchten Methodik ähnlich. Der Unterschied besteht nur darin, dass die Pilzaspekte in der umgebenden phanerogamen Vegetation aufgenommen und analysiert werden. Die Grundlagen zu dieser Arbeitsmethode und zu dieser Auffassung hat K. HÖFLER niedergelegt, der ausser den A-D Werten, die Soziabilität, die Stückzahl der Fruchtkörper bzw. den Wert, welchen er aus dem Produkte der vorer-

wähnten Stückzahl mit ihrem Gewichte gewonnen hatte, ermittelte. LEISCHNER-SISKA führte den Begriff der Konstanz in die Mykozönologie ein. Ich meinerseits wies ausser den A-D, S und Fr. Faktoren auch auf das Substratum hin und lenkte die Aufmerksamkeit auf die Wichtigkeit des Erkennens der Synusien. Im Anfang bediente ich mich auch des geometrischen Mittelwertes, welchen ich aus dem Produkte der Stückzahl und des Gewichtes gewonnen hatte ($\sqrt{n \cdot G.} = n^{1/2} G.^{1/2}$). Dieses Verfahren aber ist — wie schon KOTLABA bemerkt hat — zu schwerfällig und nicht immer durchführbar, und daher geben neuerdings die Verfasser nur die Stückzahl an. Da für das Vorkommen der Pilze im allgemeinen die Superdispersion (d. h. sehr verstreutes Vorkommen) bezeichnend, die sogenannte normale Dispersion dagegen viel seltener anzutreffen ist, spiegelt die Stückzahl der Fruchtkörper das Mengenverhältnis der sich im Biotop tatsächlich befindenden Pilze nie wieder. (Die wirkliche Menge bezieht sich nämlich auf die Menge der in der Bodenphytozönose sich befindenden Myzelien.)

Da wir keine entsprechende Methode für die Bestimmung des Bestandes der im Boden lebenden Myzelien besitzen, sehen wir uns gezwungen, aus den Zahlenverhältnissen der an der Oberfläche (Moos- und Grasschicht) sich entwickelnden Fruchtkörper auf die tatsächliche Myzelienmenge zu schliessen. Die Stückzahl der Fruchtkörper — selbst im Fall massenhaften Vorkommens — ist vom physiognomischen Standpunkt aus bedeutungslos ; in dieser Beziehung könnte man höchstens die im Maximal-Aspekt zu Sommerende und im Herbst auftretenden Gemeinschaften hervorheben. Daher sind die A—D Werte recht niedrig (= +, + —1, 1) und für die quantitativen Verhältnisse der bodenbewohnenden Pilze kaum bezeichnend. Die sogenannten S. Werte ergeben sich aus den spezifischen Eigenschaften der Pilze bzw. aus den charakteristischen Umständen ihres Vorkommens. Um so wertvoller sind dagegen, was die Gleichförmigkeit und Homogenität der einzelnen Aspekte angeht, die Angaben der lokalen Frequenz, welche gleichzeitig mit der Konstanz die Standorts-Identität der ökologischen Verhältnisse des Biotops ausdrücken. (So kann es vorkommen, dass unter gleichen Verhältnissen bzw. Lebensbedingungen, ein-zwei Arten zur absoluten Vorherrschaft gelangen!) Die Pilzaspekte werden von den meisten Verfassern mittels der konstant-dominanten Arten charakterisiert. Wir müssen aber beachten, dass bisweilen vom Gesichtspunkt des Pilzaspektes die konstant-dominanten Arten die beachtenswertesten sind ; zur Charakterisierung des Standortes (Waldtyp-Assoziation) dagegen eher die Charakterarten verwendbar sind, bzw. die bezeichnende Artenkombination (konstante Charakterarten). Während die ersteren das aufbauende und erhaltende Element der Pilzassoziation darstellen, drücken die Charakterarten den ökologischen Charakter der Pilzgemeinschaften aus. Wenn wir ausschliesslich anhand der konstanten-dominanten Arten die Aspekte zu beschreiben versuchen wollten, so würden wir bald daraufkommen, dass in ökologisch bzw. zönologisch voneinander recht verschiedenen Waldtypen sich eine ganz ähnliche Pilzvegetation entwickelt. Dieses

steht aber in der Wirklichkeit nur dem Ansehen nach so, da wir den Pilzaspekt qualitativ auf Grund der Charakterarten zu bewerten haben.

Es ist allgemein bekannt, dass das Erscheinen der Fruchtkörper der Pilze saisonbedingt und eine Übergangserscheinung ist, welche von den Faktoren der Witterung stark beeinflusst wird. Zuverlässige Ergebnisse können wir daher nur mittels lang andauernder, immer am selben Ort angestellter Untersuchungen gewinnen. Zu diesem Zweck gebrauchen wir die dem ökologischen Charakter des zu untersuchenden Standortes entsprechend ausgewählten (stabilen), sog. Dauerquadrate. Fr. Kotlaba schlägt vor, alle acht bis zehn Tage die Dauerquadrate zu überprüfen, andere Verfasser finden die Beobachtungen nur in den entsprechenden Jahreszeiten für notwendig. Anhand meiner in Szarvas während 3 Jahre ohne Unterbrechung vorgenommenen Beobachtungen haben sich bei den für die Pilzvegetation weniger geeigneten Witterungsverhältnissen Ungarns die allzu häufigen Ablesungen als überflüssig erwiesen, denn oft findet man durch Wochen keinen einzigen Fruchtkörper (z. B. im Sommer 1947, in Szarvas, im Herbst 1954, in der Mátra, und im Herbst 1950 und 1954, in den Budaer Bergen usw.). Im Zusammenhang mit den Dauerquadraten ergibt sich auch die Frage des Minimiareals. Während Höfler Dauerquadrate von 200 m^2 gebrauchte, ging Leischner—Siska auf solche von 100 m^2 über, obwohl sich diese Einheit auf seinem Forschungsfeld als zu klein erwies, da von den gesammelten 1821 Fruchtkörpern 64,6% ausserhalb der Dauerquadrate wuchsen. Dennoch haben die späteren und anderswo unternommenen Beobachtungen erwiesen, dass100 m^2 für die Zwecke der Untersuchungen im allgemeinen genügen, und bei entsprechenden Witterungs- und lokalklimatischen Verhältnissen, die konstant-dominanten Arten der einzelnen Pilzaspekte in sich einschliessen. Ich, meinerseits, bediente mich im Nyírség anfangs mit Dauerquadraten von 625 m^2, später von 100 m^2. Dagegen genügten in den Wäldern vom Tiszántúl solche von 25 bzw. 100 m^2. G. Bohus (1952—54), der in zwei recht bemerkenswerten Studien die reiche und mannigfaltige Pilzvegetation des Hársbokor-Berges beschreibt, arbeitete ebenfalls mit einem Minimiareal von 100 m^2. Zur Frage des Minimiareals möchte ich noch hinzufügen, dass sich 100 m^2 bei trockener, zur Fruktifikation ungünstiger Witterung als zu klein erwiesen haben, da bei solchem Wetter selbst die konstanten Arten nur recht verstreut vorkommen; doch bei reichlicher Fruchtkörperbildung werden wir uns in den meisten Fällen mit der Aufnahme auf einer Fläche von 25 m^2 begnügen (z. B. meine in Szarvas angestellten Untersuchungen waren zum grössten Teil solche!).

Im Tiszántúl (jenseits der Tisza) erstreckte sich mein Forschungsraum in der Umgebung von Szarvas teils auf die Weidenauen *(Salicetum albae-fragilis)* auf dem Alluvialboden der Flüsse Körös, teils auf einen stark gemischten, unter anthropogenen Einwirkungen stehenden, und daher als Kulturwald zu betrachtenden Eichenwald (ursprünglich *Querceto-Ulmetum)*, sodann auf den Eichenwald, welcher sich auf der pleistozänen Terrasse des als Pepikert bekannten

botanischen Reservatums *(Querceto-Convallarietum)*, bzw. dessen künstlich mit reichen Nadelholz-Buchen, Hainebuchenauen bestellte parkwaldähnliche Fläche. Obwohl es sich hier um Kulturwälder handelte, wo die anthropo-zoogenen Einwirkungen recht intensive zur Geltung kamen, so stellte es sich doch im Laufe meiner Untersuchungen heraus, dass die Pilzvegetation trotz alledem ihre natürliche Zusammensetzung beibehalten hatte und für die einzelnen Pflanzenassoziationen recht charakteristisch war. Meine hiesigen Beobachtungen haben, parallel mit jenen, die ich im Nyírség machte, darauf hingewiesen, dass, abgesehen vom Maximalaspekt, bzw. von den Jahren mit günstigen Witterungsverhältnissen, die Arten der Pilzaspekte ausser einer geringen Zahl von ephemeren, humusbewohnenden Arten, in erster Reihe Mykorrhizen waren. Ich habe schon in einem meiner früheren Aufsätze (1948) auf diese Erscheinung hingewiesen : »Die hygrophilen und daher bei uns in der Regel ephemer erscheinenden Pilze sind grösstenteils Humus-Saprophyten, während die unter dem Trockenklima des Tieflandes regelmässig, immer wieder erscheinenden, die Trockenheit gut vertragenden Pilzarten grösstenteils zu den Mykorrhizen-Pilzen gehören.« FEHÉR und BESSENYEI (1933) haben hervorgehoben, dass man sich in Mitteleuropa noch nicht genügend mit der Frage der die Mykorrhiza bildenden Pilze befasst hat und daher die Zahl der als solche festgestellten Pilze noch recht gering ist : doch hat die praktische Erfahrung gezeigt, dass in den Wäldern der Grossen Tiefebene (Nagyalföld) z. B. in Eichenwäldern mehr *Mykorrhiza*-Arten leben, als in den Nadelwäldern von Nordeuropa. Auf den Dauerquadraten der Eichenmischwälder von Szarvas-Erzsébetliget war die Zahl der Pilze in den Jahren 1947—49, bzw. 1955 bei geringer (9—12%) Bodenfeuchtigkeit 22—177 per 100 m^2. Die an der Bodenoberfläche lebenden Humus-Saprophyten hätten bei solch geringer Feuchtigkeit kaum ihr Leben fristen können, während die *Mykorrhiza*-Arten mit ihren tiefer eindringenden Myzelien, welche mit den Wurzeln der Wirtpflanze in engster Verbindung stehen, zu einer Bodenschicht von günstiger Feuchtigkeit hinunterdringen bzw. zu reichlicherer Nahrung gelangen. In dieser Beziehung kommt auch den peritrophen, mit der Wirtpflanze in lockerer Symbiose lebenden Pilzarten eine grosse Bedeutung zu (z. B. bei der Ausbildung der sog. Hexenringe). Die mykotrophen Pilze sind unter den konstantdominanten Arten häufig, und sind wegen ihrer Menge, ferner wegen ihres regelmässigeren Auftretens viel bemerkenswerter, als die ephemeren Humusspezialisten, sowie die extremen Nitrophyten.

Das Ziel meiner im Nyírség schon im Jahre 1938 begonnenen Untersuchungen war, dass ich ausser dem Jahresrhythmus der Pilzvegetation auch die charakteristischen Pilzaspekte feststelle, sodann ihren Zusammenhang mit den Faktoren kleiner Tragweite des standörtlichen Bioklimas (lokale Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnisse, s. R-Faktor, in der Moos- und Grasschicht, die Rolle des Taues, des Windes, der Exposition und der Strahlung, sowie anthropogene Einflüsse), im allgemeinen mit den Klimafaktoren, mit deren Periodizität und

mit der örtlichen höheren Vegetation heraushebe. Im Interesse dieser Zielsetzung habe ich ausser den zönologischen Aufnahmen auf Dauerquadraten vom Minimiarealcharakter auch ausführliche ökologische Untersuchungen angestellt. Die Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur habe ich im Mikroklima knapp oberhalb der Bodenoberfläche (in der Höhe von 2, bzw. 20 cm) gemessen, die Bodentemperatur und Bodenfeuchtigkeit dagegen in einer Tiefe von 5—10 cm (letztere im Prozent des Wassergehaltes des frischen Bodens ausgedrückt). Des öfteren wurden auch die pH-Werte bestimmt. In allen Fällen war es wichtig das Produkt der einander korrelativ vertretenden Bodenwärme und Bodenfeuchtigkeit, d. h. den R-faktor (R = Bodentemperatur + 10 × Bodenfeuchtigkeit, s. FEHÉR 1933) festzustellen.

3. Die Rolle der ökologischen Faktoren und besonders des R-Faktors in der Ausbildung der Mykozönosen

Die bodenbewohnenden Grosspilze reagieren im Gegensatz zu den grünen Pflanzen viel empfindlicher auf die Änderungen der ökologischen Faktoren im Biotop ; und das geringste Wanken dieser Faktoren kann eine bedeutende Umänderung der Pilzvegetation hervorrufen. Nicht nur die Menge der über der Bodenschichte erscheinenden Fruchtkörper wechselt unter dem Einfluss der Temperatur und der Niederschläge, sondern es ändert sich auch die Myzelienmenge der Rhizosphäre. Ebenfalls ökologische Faktoren erklären uns die Disposition der vegetativen Myzelienkörper zur Hervorbringung der Fruchtkörper und damit deren Mengenverhältnisse. Da der Grossteil der Pilze — die aëromykophyten *Epixil*-Pilze ausgenommen — für die ganze Lebensdauer an den Boden gebunden ist, wird es offenbar, dass die im Boden sich abspielenden ökologischen Prozesse die Lebenserscheinungen der Pilze determinieren und den Rhythmus und Gang ihrer Entwicklung regeln. Nach meinen früheren, im Nyírség angestellten Untersuchungen, begann ich vom Jahre 1947 an weitläufige Forschungen bezüglich der Rolle des R-Faktors, welcher den Lebensunterhalt der Bodenphytozönosen regelt zu unternehmen. Die in meinem diesbezüglichen Aufsatz (1948) angeführten Angaben zeigen, dass nicht nur zwischen den Werten der Myzelienmengen der Rhizosphaere, sondern auch zwischen den über dem Boden erscheinenden Fruchtkörpermengen und dem R-Faktor ein enger Zusammenhang besteht. Der Bodenfeuchtigkeitskomponent des R-Faktors als limitierender Faktor ist wichtiger als die Temperatur, doch können sich die beiden bis zu einem gewissen Grad kompensieren.

Wie allgemein bekannt, ist die Entwicklung des vegetativen Myzels der Pilze, besonders aber die des Fruchtkörpers, an bestimmte Temperatur und Feuchtigkeitsverhältnisse gebunden. Der Temperatur gegenüber sind die Pilze im allgemeinen weniger anspruchsvoll (s. die sogenannten thermophilen und

frostharten Arten bei K. FRIEDRICH (1940), J. SPACEK (1953)) als gegenüber der Bodenfeuchtigkeit, nachdem, wie es meine im Tiszántúl (Szarvas) angestellten Untersuchungen gezeigt haben, die Bildung der Fruchtkörper bzw. das Wachstum des Myzeliums bei 5—7% Bodenfeuchtigkeit schon aufhörte. Die Fruchtkörperbildung war auch bei 10—15% Feuchtigkeit noch spärlich, dagegen erwies sich im Sommer in Eichen- und im allgemeinen in Laubwäldern die 16—30%ige, im Herbst (in Nadelwäldern) die 30—40%ige Bodenfeuchtigkeit, optimal. Wenn wir diese in Ungarn erhaltenen Werte mit den von K. FRIEDRICH in österreichischen Gebirgsgegenden erhaltenen vergleichen, können wir sehen, dass dort viel höhere Bodenfeuchtigkeitswerte dominieren, da dort bei einer 15—25%igen Bodenfeuchtigkeit das Wachstum noch recht spärlich war, ein Oprimum bei 25—40% beobachtet (besonders bei meso- und hygrophilen Pilzarten), und das Minimum bei 10% gefunden wurde.

Die Fruchtkörperbildung der Pilze ist ein ausserordentlich schneller und dynamischer Vorgang. Kaum 24—48 Stunden nach warmen sommerlichen Schauern und Regen erscheinen schon nicht nur die hyalinen ephemeren Pilze, sondern auch *Boletus* mit Fruchtkörpern von 200—700 g (z. B. *Boletus impolitus*, *Boletus radicans*, *Boletus edulis* usw.). Man kann genau beobachten, wie schnell nach lauen Regen sich die Bodenfläche der Wälder mit Pilzen bevölkert. Z. B. am 5. Juni 1948 fiel in Szarvas ein grösserer Regen (31,7 mm) und schon am 9. Juni konnte ich auf 5 Quadratmetern 460 Pilze zusammenzählen *(Psathyrella candolleana)* ; im Zeitraum von 1. bis zum 5. November 1948 wurde 25,6 mm Niederschlag gemessen und ich zählte am 5. November 2000 Fruchtkörper des in der nassen Moosschicht lebenden *Naucaria sphagnorum* auf 5 Quadratmeter und 30—40 von *Boletus granulatus*. Die kraftvolle Dynamik der Fruchtkörperbildung erfordert, sowohl das Gebiet als auch die Änderungen der ökologischen Faktoren regelmässig zu beobachten wenn wir ein umfassendes Bild der makroskopischen Pilze der Bodenphytozönose eines Gebietes zu erhalten beabsichtigen. Neben dem Feuchtigkeitsfaktor besitzen die Temperatur- und Lichtverhältnisse, nach den neuesten Untersuchungen sogar auch die chemische Reaktion (pH) des Bodens Bedeutung, weiterhin sind die das Biotop charakterisierenden Phanerogamen auch von Wichtigkeit. H. J. WARCUP (1951) hat bei der Untersuchung des Wachstums der im Boden lebenden Basidiomyzeten festgestellt, dass die Erscheinung der Fruchtkörper saisonbedingte Veränderungen zeigt, die in erster Linie mit dem Feuchtigkeitsinhalt des Bodens im Zusammenhang stehen, obwohl sie auch von den pH-Werten stark beeinflusst werden. So hat er bei 8 pH sechs, bei 7,6 pH vierundzwanzig, bei 6,4 pH neunzehn, bei 4,4 pH acht, bei 3,8 pH vier Arten bzw. Fruchtkörper gefunden. D. FEHÉR (1954) beruft sich in seinem ausführlichen und zusammenfassenden Werk über Bodenbiologie darauf, dass WARCUPS obenerwähnte Daten meine vor Jahren mitgeteilten Feststellungen bestärken. Letzten Endes bilden sich die Pilzgesellschaften innerhalb des Rahmens der pflanzlichen Zusammensetzung des Biotops sowie

seines ökologischen Zustandes aus. Die Pilzgesellschaften selbst sind empfindliche Indikatoren betreffs der ökologischen Verhältnisse des Standortes und der sich im Bodenleben abspielenden Prozesse.

Tabelle 1

Zeitpunkt	1947 Niederschlag in mm	Bodenfeuchtigkeit in %	Stückzahl der Pilze	1948 Niederschlag in mm	Bodenfeuchtigkeit in %	Stück-Zahl der Pilze	1949 Niederschlag in mm	Bodenfechtigkeit in %	Stückzahl der Pilze
IV.	23,2	—	7	42,8	11	6—(22)	12,3	8	3—(5)
V.	28,6	—	6	50,4	12	3—(25)	84,7	22	16—(28)
VI.	27,6	—	8	54,0	23	86—(240)	89,1	26	64—(102)
VII.	66,8	23	58	59,2	26	82—(322)	37,7	17	48—(82)
VIII.	42,8	(5)—12	6	42,4	12	20	100,5	34	58—(264)
IX.	5,7	14	21	25,3	11	22	49,8	13	21—(56)
X.	17,1	10	8	45,6	13	11—(21)	17,7	10	8—(89)
XI.	29,6	36	55—(66)	73,8	40	88—(350)	99,4	42	43—(96)
XII.	24,8	34	73	28,4	—	—	35,8	—	—

Die Bodenfeuchtigkeit stammt, wie bekannt, aus dem Niederschlag, seine Menge und Verteilung ist daher von ausschlaggebender Wichtigkeit für die Pilzentwicklung. In den Jahrgängen bzw. Monaten mit häufigem Regenfall (wenn die Regenmenge auch nicht beträchtlich ist) oder mit reichlicher Taubildung, ist die Pilzvegetation reichlicher als in Monaten mit selteneren (wenn auch viel reichlicheren) Regengüssen. Als Beispiel hierfür kann der Monat Juni 1948 erwähnt werden, in welchem nach zwei, gänzlich pilzarmen Monaten (April und Mai) infolge der häufigen Niederschläge ungeheure Pilzmengen erschienen, obzwar die ganze Regenmenge im Monat nur 54 mm und so kaum mehr betrug, als der 50,4 mm ausmachende Niederschlag im Monat Mai, bei welchem in der Umgebung von Szarvas Pilze sozusagen überhaupt nicht vorzufinden waren (s. Tabelle 1). Die bewanderten Pilzsammler unterscheiden Jahrgänge von reichlicher Pilzernte und pilzlose. So waren die Jahrgänge 1947, 1950, der Herbst 1954, typisch pilzarm. In trockenen, warmen Sommern (wie z. B. in August und September der Jahre 1947—48) pausiert wegen Niederschlagsmangel und der damit zusammenhängenden niedrigen Bodenfeuchtigkeit die Entwicklung der Pilze, und es wachsen höchstens die von Tau lebenden und die Trockenheit vertragenden xerophilen bzw. xerothermophilen Arten. (Charakteristisch war im besagten Zeitpunkt um Szarvas herum der Aspekt *Collybia dryophila — Scleroderma vulgare.*) Unter die Xeromykophyten können auch jene Pilze gerechnet werden, die infolge ihres anatomischen Aufbaues die Trockenheit gut vertragen und bei neuerlicher Feuchtigkeit zu sich kommen (so z. B. einige Marasmien,

Collybien, s. UBRIZSY 1948). BOHUS (1952) hebt bei der Beschreibung der Pilzvegetation des Hárshokorhegy und seiner Umgebung in den Bergen um Buda, den engen Zusammenhang, der zwischen den Hydrometeoren und dem Zahlenverhältnis der Pilzarten besteht, hervor. Die Jahresverteilung des Niederschlages, der Gang des R-Faktors während der Vegetationszeit, endlich der Standort selber, drücken ihren Stempel dem Massenverhältnis der bodenbewohnenden Grosspilze, ja sogar ihrem saisonmässigen Erscheinen auf. Die in den einzelnen Zeiträumen am selben Standort sich ablösenden Pilzbestände werden Aspekte genannt.

Das saisonbedingte massenhafte Erscheinen der Pilzfruchtkörper wird durch das gesetzmässige Sich Wiederholen und Aufeinanderfolgen der Pilzaspekte ausgedrückt. Ihr Jahresdynamik fügt sich der phaenologischen Ordnung der Blütenpflanzen nicht, sondern entwickelt sich von ihnen unabhängig, auf aussergewöhnlich ephemerer Art sich nach den Änderungen des R-Faktors richtend. Die pünktlichen und ausführlichen Messungen eines einzigen Jahres können darum kein befriedigendes Bild über die Pilzvegetation eines Gebietes und ihrer Aspektverhältnisse geben, weil bei der Gestaltung der R-Kurve, teils wegen des verschiedenen Wesens ihrer Komponenten, von Jahr zu Jahr kleinere-grössere Abweichungen eintreten können. Anhand meiner Untersuchungen sind folgende wichtigere Aspekt-Zeiträume feststellbar: vernalis (IV—V), praeaestivalis (VI), aestivalis (VII—VIII), praeautumnalis (IX), autumnalis (X), medioatumnalis (XI), hivernalis (XII—II). Die Jahresverteilung jener Arten, die bei ihrer Fruchtkörperbildung von der Temperatur abhängig sind (stenotherme Arten), steht in engem Zusammenhang mit der Jahreszeit. Wie BÄSSLER (1944) darauf hingewiesen hat, lösen sich im Laufe der Vegetationszeit verschiedene Arten derselben Gattung in den verschiedenen Aspekten ab (z. B. *Tricholoma georgii* wird von *Tricholoma melaleucum*, dieser von *Tricholoma terreum* abgelöst ; *Boletus impolitus* wird von *Boletus radicans*, *Russula emetica* von *Russula fragilis*, *Russula densifolia* von *Russula nigricans*, *Lactarius piperatus* von *Lactarius vellereus* usw. abgelöst). Die Anwendung des R-Faktors hat sich schon bei meinen Untersuchungen im Nyírség (1943) als recht erfolgreich erwiesen, und dieser Faktor war bei meinen im Tiszántúl und in den Budaer Bergen angestellten umfangreicheren Forschungen schon ganz ausschlaggebend. Man kann ruhig sagen, dass sowohl die quantitative als auch die qualitative Zusammensetzung der makroskopischen Pilzvegetation, ja sogar ihre Verhältnisse, an jedem Ort und zu jedem Zeitpunkt am genauesten durch den R-Faktor gekennzeichnet wurden. Der R-Faktor hat seinen höchsten Wert in den Wäldern des Tieflands und auch in denen der Budaer Berge in zwei Zeitpunkten des Jahres erreicht : im Sommer (in den Monaten Juni, Juli, bzw. seltener im August und September), sodann im Herbst (im Oktober-November, bzw. seltener im November-Dezember). Im Sommer wird er eher durch hohe Bodentemperatur, im Herbst dagegen durch höhere Bodenfeuchtigkeit charakterisiert. Schon FEHÉR und BESSENYEI

(1933) haben in ihren Untersuchungen nachgewiesen, dass die Pilzvegetation des Laubwaldes von der der Nadelwälder abweicht und, dass sich massgebende Unterschiede auch bei den quantitativen Verhältnissen zeigen. In den Laubwäldern bedeckt nämlich das im Herbst niederfallende Laub die Bodenoberfläche mit einer Schichte von 5—15 cm Dicke und behindert so das Wachstum der aëroben Pilze in beträchtlichem Masse; dagegen sind die Fäulnis-Vorgänge in den Nadelwäldern im Herbst am günstigsten, ja sogar die Bodenfeuchtigkeits-Verhält-

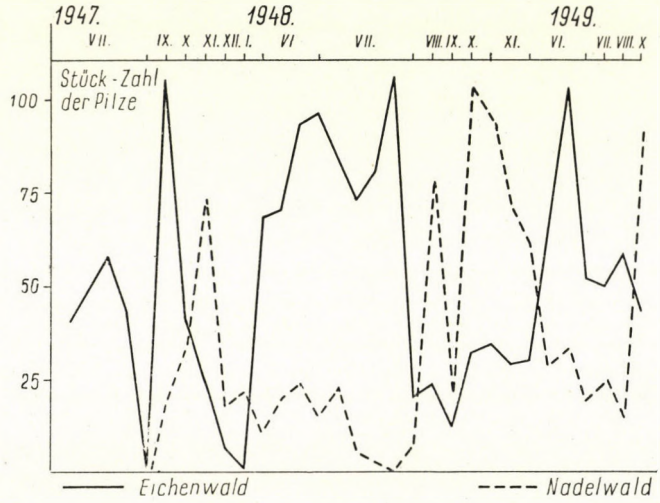


Abb. 1. Mengenverteilung der bodenbewohnenden Grosspilze in den Eichen- und Nadelwäldern im Spiegel von drei Jahren. ———— Eichenwald, — — — — — Nadelwald

nisse sind zu diesem Zeitpunkt die vorteilhaftesten. Der Herbst-Maximalaspekt der auf dem Boden des Laubwaldes lebenden Pilze verschiebt sich auf einen späteren Zeitpunkt, als es das ökologische Optimum der quantitativen Entwicklung erwarten lässt. Den Grund hiefür können wir in jenem Umstand suchen, dass die dicke Schicht des dürren Laubes übergangsweise eine hindernde Wirkung ausübt, und für die Pilze vorteilhaftere aerobe Verhältnisse sich erst nach ihrer intensiveren Humifizierung entwickeln ; aber zu diesem Zeitpunkt behindern schon Fröste die Fruchtkörperbildung. (Z. B. bei Szarvas konnte das mit dem R-Faktor kongruierende sekundäre Herbst-Maximum im Mischwald von *Querceto-Ulmetum* zu Anfang November, im *Querceto-Convallarietum*-Bestand am 4. bzw. 11. November beobachtet werden.) In der Mátra habe ich im Laufe des Jahres 1952 im Bestand des *Querceto-Potentilletum albae pannonicum* am 8. bzw. 20. Oktober, in den Beständen des *Querceto-Carpinetum pannonicum* am 7. und 18. Oktober das sekundäre Herbst-Maximum aufgenommen.

Die Verschiedenheit der Pilzvegetation der Laub- und Nadelwälder steht ausser dem R-Faktor auch mit der Intensität und dem Jahresverlauf des Boden-

lebens in Zusammenhang. In dieser Beziehung spielt ausser dem schon erwähnten Einfluss des Niederschlages und der Bodenfeuchtigkeit auch die Temperatur eine Rolle. Im allgemeinen wachsen die Pilze am Anfang der Vegetationszeit

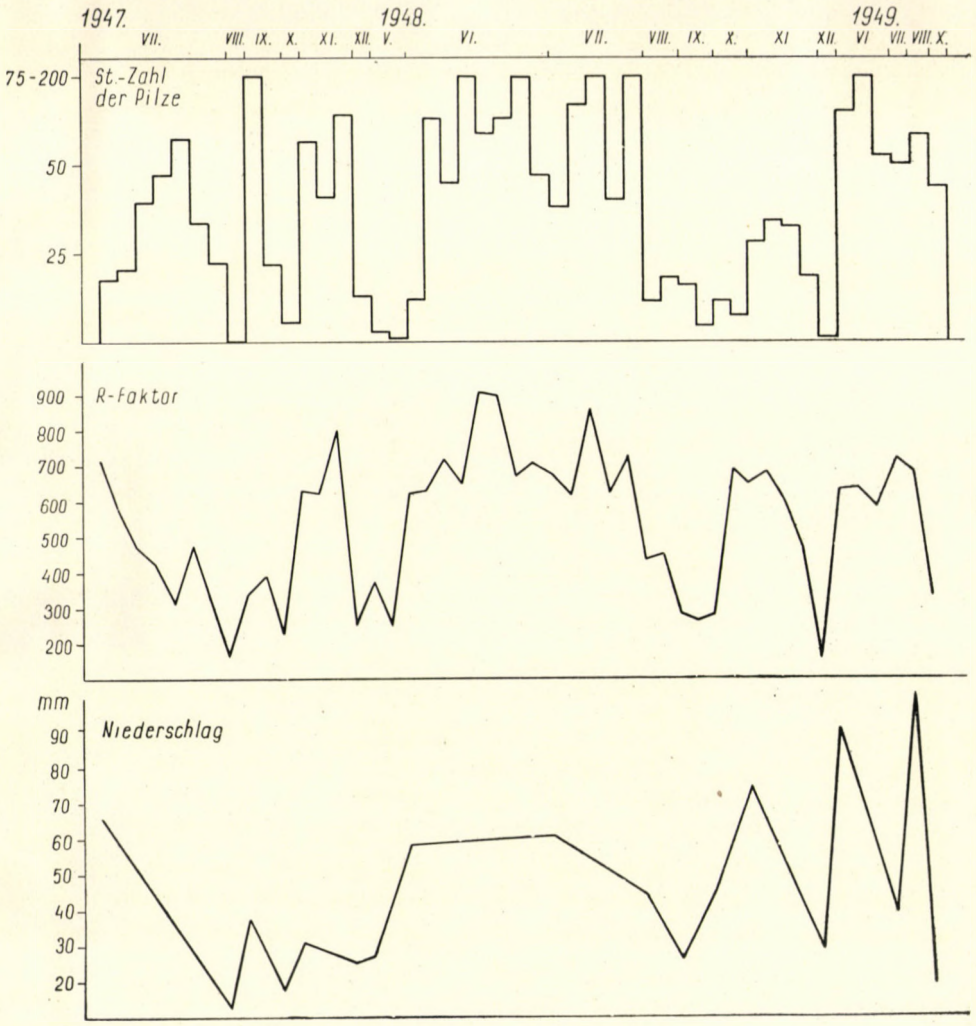


Abb. 2. Mengenverteilung der bodenbewohnenden Grosspilze in einem Eichenbestand des Tieflandes

in Laubwäldern — deren Boden von den Sonnenstrahlen schneller erwärmt wird — früher, als in den, zu dieser Zeit auch stark schattigen Fichten- und kieferbeständen. Im Herbst sind dagegen die Nadelwälder wärmer, da sie in den kalten Monaten die Wärme der Ausstrahlung gegenüber bewahren (aufspeichern) und daher wachsen in den Nadelholzbeständen die Pilze im Herbst längere Zeit

als in Laub- und Mischwäldern (ŠMARDA, 1948). Meine Untersuchungen bei Szarvas haben obige Feststellung glänzend gerechtfertigt. In gewissen Jahren kann im Kulminationszeitpunkt der Fruchtkörperproduktion von den Nieder-

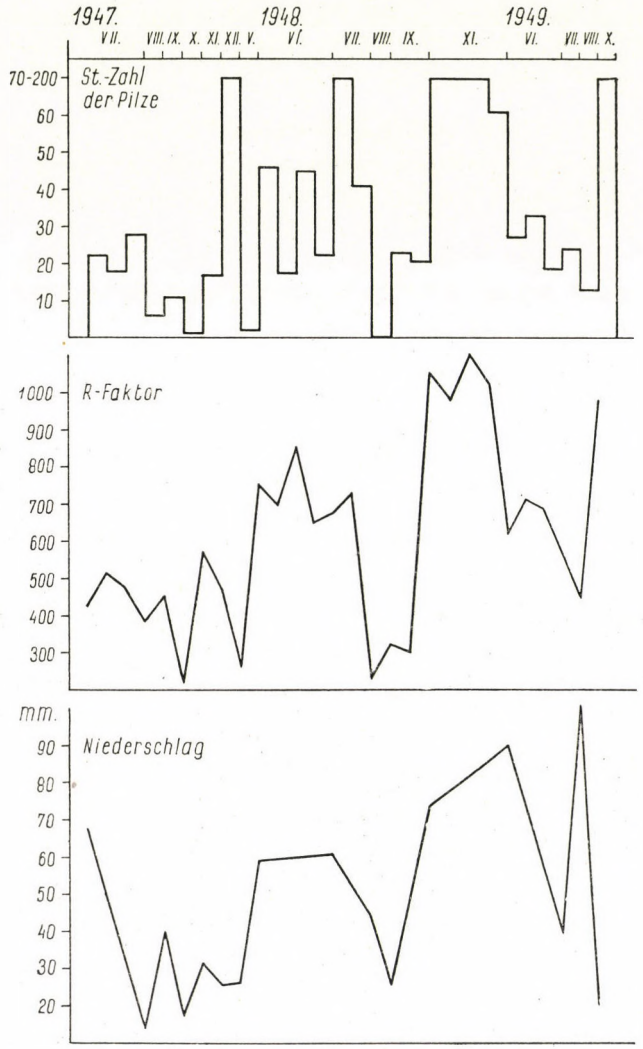


Abb. 3. Mengenverteilung der bodenbewohnenden Grosspilze in einem gepflanzten Nadelholzbestand im Tieflande

schlagsverhältnissen abhängig eine Inversion eintreten. Die Untersuchungen vieler Jahre aber bestätigen jene Feststellung, derzufolge die Laubwälder in ihren aestivalen und präautumnalen Aspekten sowohl an Arten als auch an Stückzahl am reichsten sind. Lokale Abweichungen sind möglich. Während ich

im Jahre 1947 in Laubwaldbestand am 3. Dezember die letzten Pilzarten aufnahm (*Mycena*-Aspekt), wuchs im Nadelholzbestand der *Tricholoma terreum-Hebeloma hiemale* Aspekt, der sich gerade in diesem Zeitpunkt zu entwickeln begann, bis zum 3. Februar in grossen Mengen und erst dann wurden die Pilze von den starken Frösten vernichtet. Sonst fand sich am 18. November 1948 in den Eichenbeständen kaum mehr ein Pilz vor, während in den Fichtenbeständen bis zum 15. Dezember, d. h. bis zum Beginn der starken Fröste eine bemerkenswerte Pilzvegetation zu beobachten war.

Anhand der vergleichenden Angaben und ökologischen Messungen dreier Jahre gebe ich (s. Figur 1—3) ein Graphikon über die Pilzarten-Zahl und Fruchtkörpermenge eines Eichenbestandes (*Querceto-Ulmetum* bei Szarvas-Erzsébetliget) und eines Nadelholzbestandes (Szarvas : Nadelholzgruppen des Pepi-Arboretums), welches die abweichenden Wachstumsverhältnisse der verschiedene Biotope vertretenden Waldbestände klar vor Augen führt. In den Eichenwäldern hatte sich das Maximum im Sommer bzw. das zweite Maximum im Frühherbst entwickelt, in den Nadelholzbeständen dagegen finden wir es in den Herbst — (eher in den Spätherbst) — Monaten. In den Eichenwäldern und allgemein im Sommermaximalaspekt der Laubwälder sind die konstant-dominanten Elemente zum grössten Teil durch thermophile, bzw. thermoxerophile Arten repräsentiert, so z. B. in grosser Menge durch *Russula-* und *Lactarius* Arten, Marasmien usw. (z. B. *Boletus impolitus-Lactarius subdulcis* Aspekt, *Russula vesca-Lactarius glyciosmus* Aspekt, *Amanita pantherina-Boletus miniatoporus Russula heterophylla*—Aspekt, *Boletus pseudoscaber-Lactarius zonarius (insulsus)* Aspekt in den mit Hainbuchen gemischten Eichenbeständen der Tiefebene). Im Eichenwald von Szarvas erreichte in 1947 der R-Faktor und gleichzeitig die Pilzvegetation im Juli ihr Maximum (in einem lokalen Fall auch im September), dagegen im Jahre 1948 in den Monaten Juni, Juli, im Jahre 1949 hinwiederum in den Monaten Juli—August. Zu gleicher Zeit waren dagegen in den Nadelholzbeständen im (November) Dezember 1947, im (September) November der Jahre 1948—49 die Konstant-Dominanten und Aspekte bildenden Elemente charakteristisch hygro-kryophile Arten. Im Frühling und im Sommer kann man in den Nadelholzauen kaum Pilze vorfinden, dagegen treffen wir im Eichenwald auch im Herbst — besonders wenn der Sommer trocken war — noch ein schwaches Maximum an, welches vor allem auf das massenhafte Vorkommen der ephemeren Pilze zurückführbar ist.

Um den, die quantitativen Verhältnisse der Pilzvegetation beeinflussenden R-Faktor vorzuführen, habe ich von meinen beiden Forschungsgebieten (Szarvas : Eichenwald Erzsébetliget und Nadelholzauen im Pepi-Arboretum ; bzw. *Querceto-Carpinetum pannonicum*-Bestände auf dem Nagyszénás (bei Budapest) ein die ausführlichen Ergebnisse dreier Jahre enthaltendes Graphikon gezeichnet, welches abgesehen von den unbedeutenden und im allgemeinen leicht erklärbaren Abweichungen in bestimmter Weise jenen Zusammenhang charakte-

risiert, welcher zwischen dem Erscheinen der bodenbewohnenden Grosspilze sowie dem R-Faktor besteht. Jedes Graphikon ist dazu geeignet, dass wir seine Angaben zur mykologischen Charakterisierung verschiedener Waldtypen verwenden.

Auf noch einen Umstand müssen wir bei dem Zustandekommen des von makroskopischen Pilzen gebildeten Aspektes hinweisen, und zwar auf die sich aus Mikro-Unterschieden des Bodens ergebenden sogenannten »Pilzoasen« bzw. auf die Frage des Unterwuchses. Auch K. FIREDRICH (1936) weist darauf hin, dass im Boden, infolge von lokalen Abweichungen das Grundwasser räumlich sehr beschränkt, nahe zur Oberfläche gelegen sein kann und demzufolge sowohl den Blütenpflanzen als auch den Pilzen eine entsprechende Wasserversorgung sichert. An solchen Stellen bilden sich selbst in der trockenen Jahreszeit sogenannte Pilzoasen. LEISCHNER-SISKA hebt in seiner Arbeit hervor, dass in den von ihm untersuchten Beständen des *Fagetum praealpinums* 65% der Pilze an Standorten ohne Strauchschicht mit nur geringfügiger (25%iger) Grasschicht wuchsen, nachdem in Beständen von dichtem Unterwuchs die höheren Pflanzen der Grasschicht eine bedeutende Konkurrenz bedeuten. I. E. LANGE (1923) hebt in seiner Arbeit ebenfalls hervor, dass er in jenen Buchenwald-Typen die meisten Pilze vorfand, welche keinen Unterwuchs aufwiesen und im besten Fall eine Moosschicht besassen. Auf dem Nagyszénás kamen im Waldtyp des *Querceto-Carpinetum* mit einem dichten Unterwuchs von *Carex silvatica*, wo der Deckungsgrad des Unterwuchses 90—100% erreichte — z. B. am 4. August 1953 — 11 Pilzarten mit insgesamt 18 Stück vor, zu gleicher Zeit konnte ich im Waldtyp obengenannter Waldassoziation mit *Poa nemoralis*, wo der Deckungsgrad des Unterwuchses nicht einmal 40% erreichte, 19 Arten mit insgesamt 67 Stück sammeln. Ja selbst innerhalb des *Carex silvatica*-Typus war in den Beständen mit weniger dichtem homogenem Unterwuchs das Pilzvorkommen reichlicher, ja selbst der Aspekt konnte sich in charakteristischerer Form ausbilden.

Die Rolle der anthropo-zoogenen Faktoren ist noch bedeutender als bei den Blütenpflanzen, da die Menschen, die den Wald aufsuchen, um essbare Pilze zu sammeln, die giftigen oder ihnen unbekannten Pilze nicht in ihrer ursprünglichen Lage belassen, sondern sie von einem nicht zu begreifenden Widerwillen geführt, vernichten. Deshalb ist es auch umständlich die Dauerquadrate gegen Störungen zu sichern.

4. Die Zusammenhänge zwischen den untersuchten Pflanzenassoziationen und ihrer Pilz-Vegetation

Schon K. HÖFLER (1938) hebt jene bemerkenswerte Tatsache hervor, derzufolge die Pilzgesellschaften (Mykozönosen) nicht selbständige, sondern von den ihren Biotop determinierenden höheren Vegetationen »abhängige«

Tabelle 2

Szarvas : Erzsébetliget—Pepi-arboretum
I. Querceto-Ulbmetum
II. Querceto-Convallarietum
III. Querceto-Carpinetum

	Sb.	S.	I. St., A—D													II St., A—D												III St., A—D									
			1947. 19. 7.	1947. 13. 11.	1948. 9. 6.	1948. 15. 6.	1948. 17. 7.	1948. 27. 8.	1948. 27. 9.	1948. 9. 11.	1948. 18. 11.	1949. 26. 6.	1949. 12. 7.	1955. 21. 7.	Fr.	1947. 20. 7.	1947. 31. 7.	1947. 8. 9.	1947. 14. 11.	1948. 13. 6.	1948. 19. 7.	1948. 29. 9.	1948. 4. 11.	1948. 11.11.	1949. 27. 6.	1949. 20. 8.	Fr.	1947. 3. 7.	1947. 12. 9.	1947. 12.11.	1948. 28. 5.	1948. 11. 6.	1948. 17. 7.	1948. 9. 11.	1949. 26. 6.	Fr.
Amanita pantherina	B.	1—2	5, +	—	—	25, 1	—	1, +	—	—	—	10, +—1	—	145, 1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2, +	—	—	—	1
Amanita vaginata	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1, +	1
Boletus impolitus	B.	1—2	2, +	—	18, 1	3, +	26, 1	16, +—1	16, +—1	—	—	39, 1	24, 1	5, +	4	4, +—1	—	7+—1	—	3, +	15, 1	10, 1	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Boletus erythropus	B.	1—2	—	—	—	—	—	1, +	—	—	—	—	—	7, +	2	—	—	—	—	—	7, +—1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Boletus miniatoporus	B.	1—2	—	—	—	1, +	—	—	—	—	—	—	—	12, +—1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Boletus rhodoxanthus	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26, +—1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Boletus radicans	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3, +	1	—	—	11,1	—	—	2, +	2, +	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Boletus castaneus	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1, +	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Boletus subtomentosus	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2, +	—	—	2, +	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Boletus luridus	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3, +	—	—	—	—	4, +	—	—	—	2, +	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Boletus scaber	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3, +	5, +—1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Boletus chrysenteron	B.	1	—	—	1, +	27, +—1	4, +	—	—	5, +	—	12, +	—	—	3	—	—	—	—	46, 1	—	—	4, +	5, +	—	—	2	—	—	—	—	2, +	—	—	1
Boletus pseudoscaber	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1, +	—	—	—	—	—	—	1
Boletus moeszii	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3, +	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bovista plumbea	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2, +	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Camaerophyllus pratensis	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13, +	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Calvatia saccata	B.	1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3, +	—	2, +	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Collybia dryophila	B.	1—2	—	25, +	12, +	—	—	—	—	5, +	4, +	—	—	—	2	—	3, +	—	4, +	—	6, +	—	88, 1	76, +—1	—	93, 1	3	11, +	—	—	—	50, +—1	54, +—1	—	—	3
Collybia longipes	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1, +	—	—	—	—	1, +	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Collybia acervata	B.	2	—	—	7, +	—	68, 1	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3, +	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Collybia velutipes	B. St.	3	—	5, +	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Clitopilus prunulus	B.	1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4, +	—	—	—	6, +—1	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Coprinus micaceus	B.	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3, +	—	4, +	—	—	—	—	—	2	14, +—1	21, +—1	—	12, +	3, +	4, +	—	—	4
Coprinus papillatus	B.	1	—	1, +	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1, +	—	—	—	—	—	—
Coprinus plicatilis	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1, +	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Clitocybe infundibiliformis	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	4, +	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Clitocybe laccata	B.	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21, +	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hygrocybe ooccinea	B.	1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37, +	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hypholoma hydrophilum	B.	2—3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48, 1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hypholoma appendiculatum	B.	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2, +	1	
Inocybe geophylla	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2, +	1	
Inocybe praetervisa	B.	1	2, +	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	4, +	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lactarius zonarius	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15, +—1	2, +	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4, +	—	—	—	—	—	—	—	1
Lactarius subdulcis	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16, +—1	12, +	6, +	2	4, +	—	—	—	1, +	2, +	—	—	—	2, +	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lactarius glyciosmus	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12, +—1	—	—	—	—	—	3, +	—	3
Lacrimaria lacrimabundum	B.	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11, +	—	2
Lycoperdon perlatum	B.	1—2	—	—	—	—	—	—	—	6, +	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18, +—1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Marasmius peronatus	B.	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Marasmius prasiosmus	B.	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3, +	12, +	—	—	—	—	9, +	2	—	—	—	66, 1	—	—	—	—	1
Marasmius rotula	B.	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66, +	—	—	—	—	—	—	—	1
Mycena flavoalba	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2, +	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mycena filopes	B.	1	—	—	11, +	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	3, +	—	—	—	4, +	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mycena galericulata	B.	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	27, +	—	1
Mycena galopoda	B.	1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	8, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	24, +	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mycena debilis	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1, +	—	1
Naucoria furfuracea	B.	1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Naucoria temulenta	B.	1	—	16, +	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Naucoria excharioides	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Pluteus nanus	B.	1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2, +	—	—	1
Pholiota praecox	B.	1	—	—	7, +	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	6, +	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	3, +	20, +—1	—	—	—	2
Psalliota silvicola	B.	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6, +	—	—	—	—	1, +	—	—	—	2	—	—	—	—	4, +	58, 1	27, +—1	—	3
Psalliota xanthoderma	B.	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	280, 1	—	—	1, +	—	—	0, +	3
Psalliota arvensis	B.	1	—	2, +	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Peniophora quercina	A. Ae	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	überz.	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Psathyrella gracilis	B.	1	—	6, +	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1, +	—	—	—	8, +	—	—	2, +	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Psathyrella candolleana	B.	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2, +	—	1, +	—	—	—	—	2	—	—	—	—	13, +	—	—	—	1
Psilocybe spadicea	B.	2	—	—	—	—	—	—	—	—	45, +—1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Russula vesca	B.	1	38, 1	—	—	6, +	1, +	—	5, +	—	—	—	—	5, +	3	—	—	—	—	1, +	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Russula pectinata	B.	1	6, +	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	4, +	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Russula heterophylla	B.	1	15, 1	—	—	12, +—1	1, +	—	—	—	—	6, +	7, +	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3, +	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Russula fragilis	B.	1	1, +	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1, +	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Russula foetens	B.	1	—	—	—	3, +	—	—	—	—	—	25, +—1	11, +	2, +	2	8, +—1	—	—	—	—	3, +	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Russula grisea	B.	1	—	—	—	8, +	2, +	—	—	—	—	12, +—1	—	1, +	2	4, +	—	—	—	1, +	—	—	—	—	2, +	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Russula nauseosa	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6, +	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Russula sardonia	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18, 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Russula alutacea	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2, +	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stropharia merdaria	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3, +	—	1
Scleroderma bovista	B.	1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4, —+	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Scleroderma vulgare	B.	2	17, +—1	—	—	3, +	—	—	—	—	—	—	—	—	2	5, +	15, +—1	6, +	—	—	—	6, +	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stereum hirsutum	B. K.	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Menge	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Trametes hirsuta	B. K.	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6, +	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Trametes versicolor	B. K.	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Menge	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tricholoma melaleucum	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+18,	+ 16,	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Arten-Zahl: 73 ; St-Zahl: —			8; 86	6; 55	6; 56	9; 88	6; 102	3; 18	2; 21	4; 20	3; 57	9; 147	4; 54	10; 212	31	10; 48	7; 51	4; 30	8; 13	10; 69	13; 69	5; 21	9; 161	9; 193	7; 49	7; 128	50	6; 108	2; 301	2; 13	3; 81	7; 93	8; 137	3; 55	6; 36	23

Tabelle 3

Szarvas, *Robinietum.*	Sb.	S.	1947. 3. VII.	1947. 13. XI.	1948. 20. V.	1948. 9. VI.	1948. 11. VI.	1948. 14. VI.	1948. 17. VII.	1948. 19. VII.	1948. 9. XI.	1949. 26. VI.	Fr.
			Dbsz, A—D										
Boletus chrysenteron	B.	1	2, +	—	—	—	11, +	—	43, 1	53, 1	—	—	3
Boletus subtomentosus	B.	1	—	—	—	—	—	—	7, +	—	—	—	1
Camarophyllus pratensis	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	14, +—1	—	1
Clitocybe geotropa	B.	1	—	—	—	—	—	—	4, +—1	2, +	—	—	2
Collybia acervata	B.	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10, +	1
Collybia esculenta	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3, +	1
Collybia dryophila	B.	1	—	65, 1	—	48, +—1	3, +	—	12, +	124, 1	23, +—1	15, +	4
Coprinus micaceus	B.	2	4, +	—	12, +	—	—	—	—	82, 1	—	—	2
Cyathus striatus	A.Ae.	2	—	—	—	—	—	—	—	—	3, +	—	1
Hypholoma appendiculatum	B.	2	—	—	—	—	—	6, +	—	—	—	3, +	2
Hypholoma hydrophilum	B.	2	3, +	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Lacrimaria lacrimabundum	B.	2	—	—	—	—	—	18, +—1	—	—	—	30, +—1	2
Lepiota naucina	B.	1	—	—	—	—	11, +—1	—	—	—	—	—	1
Lepiota rhacodes	B.	1	—	—	3, +	—	—	12, 1	1, +	14, 1	8, +—1	—	3
Marasmius peronatus	B.	1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	3, +	—	1
Mycena galopoda	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1, +	—	1
Mycena vitrea	B.	1	—	2, +	—	—	—	—	1, +	—	—	—	2
Polyporellus arcularius	A.Ae.	1	—	—	—	—	—	—	1, +	—	—	—	1
Polyporus squamosus	BSt.	1—2	—	—	—	3, +	—	—	—	—	—	—	1
Pholiota praecox	B.	1	—	—	2, +	23, +—1	9, +	3, +	—	—	—	—	3
Psalliota perrara	B.	1	—	—	—	—	3, +	—	—	—	—	—	1
Psalliota silvicola	B.	1—2	—	—	—	—	—	8, +	—	6, +	—	—	2
Psathyrella candolleana	B.	1—2	—	—	—	460, 1	—	—	—	73, 1	—	—	2
Psathyrella hydrophora	B.	2	—	18, +	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Ramaria stricta	B.	4	—	—	—	—	—	—	—	—	22, +—1	—	1
Russula cyanoxantha	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	1, +	—	—	1
Russula foetens	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	2, +	—	—	1
Scleroderma vulgare	B.	1—2	2, +	—	—	—	—	—	—	3, +	—	—	2
Trametes versicolor	B.K.	2	—	3, +	—	—	—	—	—	—	—	7, +	2
Tricholoma nudum	B.	1	—	—	—	—	8, +	—	—	—	9, +	25, +—1	2
Artenzahl: 30; St.-Zahl ...	—		4; 11	4, 88	3, 17	4; 534	6; 45	5; 45	7; 69	10; 360	8; 88	7; 93	

Tabelle 4

Szarvas: *Pepi-arboretum.* Nadelholzbestand.	Sb.	S.	1947. 24. IX.	1947. 3. XII.	1948. 19. VII.	1948. 24. IX.	1948. 4. XI.	1948. 9. XI.	1948. 11. XI.	1949. 27. VI.	Fr.
			St. A—D								
Boletus chrysenteron	B.	1	—	—	4, +	—	—	—	—	—	1
Boletus erythropus	B.	1	—	—	—	1, +	—	—	2, +	—	2
Boletus granulatus	B.	1—2	16, +—1	—	—	76, +—1	—	5, +	87, 1	22, +—1	4
Camarophyllus pratensis	B.	1	—	—	—	—	—	—	2, +	—	1
Clitocybe infundibuliformis	B.	1	—	—	—	—	—	—	3, +	—	1
Collybia dryophila	B.	1	—	—	—	—	2, +	—	23, +	—	2
Collybia inolens	B.	1	—	—	—	—	—	—	25, +	—	1
Gomphidius glutinosus	B.	1—2	—	—	—	—	28, +—1	9, +	2, +	—	2
Gomphidius viscidus	B.	1	—	—	—	—	—	—	2, +	—	1
Hebeloma hiemale	B.	1	—	45, 1	—	—	33, +—1	18, +—1	33, +—1	—	3
Laccaria laccata	B.	1—2	—	—	—	—	—	12, +	4, +	—	2
Lactarius deliciosus	B.	1—2	2, +	—	—	2, +	—	—	132, 1	—	3
Lepiota cinnabarina	B.	1	—	—	—	—	5, +	—	17, +—1	—	2
Lepiota granulosa	B.	1	—	—	—	—	10, +	12, +	43,1	—	3
Marasmius peronatus	B.	1	—	—	—	—	—	4, +	—	—	1
Marasmius prasiosmus	B.	1—2	—	—	3, +	—	—	—	—	—	1
Marasmius wynnei	B.	1	—	—	—	—	—	—	2, +	—	1
Mycena alcalina	B.K.	2	—	—	—	—	3, +	27, +	—	—	2
Mycena epipterygia	B.	1	—	—	—	—	—	2, +	3, +	—	2
Mycena filopes	B.	1	—	—	—	—	—	4, +	—	—	1
Mycena lactea	B.	1	—	—	—	—	—	83, +—1	—	—	1
Mycena luteoalba	B.	1	—	—	—	—	—	38, +—1	—	—	1
Mycena viscosa	B.	1	—	—	—	—	4, +	—	6, +	—	2
Mycena vitrea	B.	1	—	12, +	—	—	—	—	—	—	1
Naucoria hypnorum	B.	1—2	—	—	—	—	—	—	36 +	—	1
Paxillus atrotomentosus	B.K.	1	—	—	1, +	—	—	—	—	—	1
Phallus impudicus	B.	1—2	—	—	—	—	—	—	—	5, +	1
Pholiota praecox	B.	1	—	—	1, +	—	—	—	—	—	1
Psalliota silvatica	B.	1—2	—	—	—	—	—	—	—	43, 1	1
Ramaria stricta	B.	3	—	—	—	—	—	4, +	—	—	1
Russula drimeia	B.	1	—	—	—	—	—	7, +	5, +	—	2
Russula integra	B.	1	—	—	—	—	3, +	3, +	2, +	6, +	3
Scleroderma vulgare	B.	1—2	—	—	6, +	—	—	—	—	—	1
Tricholoma aggregatum	B.	1	—	—	—	—	—	8, +—1	—	—	1
Tricholoma melaleucum	B.	1	—	—	—	—	—	8, +	—	—	1
Tricholoma nudum	B.	1	—	—	—	—	—	10, +	8, +	—	2
Tricholoma terreum	B.	1	—	27, +—1	—	—	120, 1	12, +	21, +—1	—	3
Artenzahl: 37; St.-Zahl	—		2; 18	3; 84	5; 15	3; 79	9; 208	19; 296	19; 431	3; 54	

Gesellschaften darstellen. Diese Feststellung bezieht sich sowohl auf den makroskopischen Grosspilz-Bestand der Bodenphytozönose als auch auf die epixylen und epiphyllen Pilzgesellschaften der Waldtypen. Diese enge Verbindung hat ihren Ursprung im Aufeinanderangewiesensein, welches sich im Nahrungs- und Energieverkehr bzw. in den Nahrungs- und Energieketten zeigt. Die Pilze, ob sie nun zu den humusbewohnenden Arten (Saprophyten) oder zu den Schmarotzern (Parasiten) bzw. zu den simbiotischen Arten (wie *Ecto-*, *Endo-* und *Peritroph*-Mykorrhizen) gehören, sind jederzeit zur grünen Vegetation, die ihnen die Nahrung spendet, als ihre Nahrungsbasis gebunden. Die Zusammensetzung, die quantitativen und qualitativen Verhältnisse, der Lebenslauf, die Organisation usw. der grünen Vegetation beeinflussen ab ovo bzw. bestimmen die Pilzvegetation, welche auf einem bestimmten Gebiet lebt und sich wiederholt. Die phaenologischen Eigentümlichkeiten sowie die Entwicklungsverhältnisse der Blütenpflanzen eines Biotops üben eine aussergewöhnliche starke Wirkung auf die in ihnen sich entwickelnden Pilzgemeinschaften sowie auf ihren Aspekt-Rhythmus aus.

Auf den auch gesetzmässig feststellbaren Zusammenhang zwischen der Grossvegetation des Standortes und den einzelnen Pilzbeständen haben schon zahlreiche Forscher hingewiesen (Haas, Höfler, Friedrich, Leischner-Siska, Bässler, Kotlaba, Pirk usw.). Ich stellte während meiner im Nyírség und im Tiszántúl angestellten eindringlichen Untersuchungen die ephemeren und stabilen Pilzaspekte der Assoziationen fest. Dagegen gelangt neuestens G. Bohus (1954) während der pilzzönologischen Aufnahmen am Standort (auch Gewichtsmessungen!) so weit, dass er mit Hilfe von Beobachtungen, die er auf stabilen Minimiarealquadraten anstellte, uns die praktisch in Betracht kommende Pilzproduktion einer Waldassoziation bzw. eines Waldtyps gibt. Die eher theoretischen Charakter besitzenden pilzzönologischen Untersuchungen haben in erster Linie folgenden praktischen Nutzen: festzustellen, inwiefern eine Assoziation der höheren Pflanzen für den Pilzwuchs geeignet oder ungeeignet ist, sodann wie sich in ihr die Produktion der Pilzkörper im allgemeinen gestaltet und vor allem bei welchen Arten. Sodann muss untersucht werden, zu welchem Zeitpunkt sich der Maximalaspekt meldet und in Begleitung welcher Wachstumsbedingungen (ökologische bzw. Witterungsverhältnisse). Bohus stellt anhand des Materials systematischer Untersuchungen von vier Jahren fest, dass die Zahl der in den fünf charakteristischen Waldassoziationen des Hársbokor-Berges in den Budaer-Bergen vorkommenden Pilzarten die folgende ist: in den Jahren 1948—51 im *Querceto-Carpinetum pannonicum* 106, im *Querceto-Potentilletum albae pannonicum* 88, im *Fagetum silvaticae hungaricum* 50, im *Querceto-Luzuletum nemorosae subcarpticum* 22, und im *Tilio-Fraxinetum matricum* 18. Gleichzeitig fand er auf 100 Quadratmeter derselben Assoziationen die folgenden Angaben: 46, 32, 16, 8 und 6. Wenn wir die Zahl der Pilzarten des für den Pilzwuchs am geeignetsten und für unsere Untersuchung benützten *Querceto-Carpinetum*'s mit Hundert nehmen, dann bekommen wir folgende Werte:

In den Jahren 1948 und 1951:

100, 83, 47, 20 und 16 (Reihenfolge ist die vorhergehende). Im Jahre 1952: 100, 84, 21, 15 und 9, Im Jahre 1953: 100, 84, 21, 9 und 15.

Wie wir aus den obigen Zahlen ersehen, bekommen wir bei Jahrgängen gänzlich verschiedenen Charakters fast dieselben Werte. Noch bezeichnender sind die Zusammenhänge, die wir zwischen den Massenverhältnissen der Pilzvorkommen und zwischen den Waldassoziationen feststellen können. Die Stückzahl und die Gewichtswerte der Fruchtkörper (also die gesamte Quantität) in den einzelnen Assoziationen in verschiedenen Jahren liefern ähnliche Wertangaben. So war z. B. das Gesamtgewicht in der weiter oben angegebenen Reihenfolge der Assoziationen in den Jahren 1952—53 der auf einem Kat. Joch (0,575 Hektar) Waldfläche wachsenden Pilze das folgende:

Im Jahre 1952: 25, 20,9, 5,2, 2,1, 3,7, 11,3 kg.
Im Jahre 1953: 20,2, 17,0, 4,2, 3,0, 1,8, 9,1 kg.

I. Auf dem Tiefland (Tiszántúl) in Szarvas und Umgebung habe ich alle dort vorkommenden und für den Pilzwuchs geeigneten Assoziationen höherer Pflanzen untersucht, einerseits, was den saisonalen Charakter der Fruchtkörperbildung der Pilze und ihren Rhythmus anbelangt, anderseits versuchte ich die mehr oder weniger charakteristischen Pilzgesellschaften der einzelnen Assoziationen festzustellen. In den Jahren 1947—49 habe ich fast täglich Ablesungen auf den konstanten Minimiarealen vorgenommen — ergänzungsweise auch im Sommer 1955 — und habe bei dieser Gelegenheit ausser dem Zusammenhang des R-Faktors mit den Fruktifikations-Erscheinungen der Pilze, die quantitativen und qualitativen Verhältnisse der Pilzgesellschaften und auch die konstant-dominanten Charakterarten ausführlich analysiert. In der vorliegenden Arbeit beschreibe ich ausschliesslich die Pilzvegetation des nur im Fragment vorhandenen autochtonen *Querceto-Convallarietums* (Szarvas : Pepi arboretum) des an einem Trockenarm der Körös gelegenen, recht gemischten *Querceto-Ulmetums* (Erzsébetliget), des ebendort sich befindenden Robinien-Mischwaldes (Erzsébetliget) und eines künstlichen Nadelholz-Haines (Pepi-Arboretum) (s. Tabellen 2—4).

Die in den Tabellen verwendeten Bezeichnungen und Abkürzungen sind die folgenden : Sb. = substratum ; B. = bodenbewachsende Pilze ; B. K. = auf Baumklötzen wachsende Pilze ; B. St. = auf lebenden Teilen der Baumstämme wachsende Arten ; A. Ä. = auf abgebrochenen Ästen, oder auf im Boden, in Fäulnis sich befindenden Holzteilen vorkommende Pilze. S. = Soziabilität ; St. = Stückzahl, Zahl der Pilz-Fruchtkörper ; A—D = Abundanz—Dominanz-Wert an Hand der Skala von BRAUN-BLANQUET ; K = Konstanz ; Fr. = Frequenz ; Überz. = die Pilze kommen massenhaft.überzugsmässig vor ; M. = massenhaftes Vorkommen ; Exponent° = absterbender oder trockener Fruchtkörper.

1. *Querceto-Ulmetum :* in der Laubkronenschicht dominiert neben *Quercus robur, Ulmus campestris, Fraxinus excelsior, Acer campestre, Tilia platyphyllos ;* Deckungsgrad : 70—80%. Strauchschicht fehlend (1—2 Robinien-Stämmlinge in Entwicklung) Grasschicht mit 30—40%-igem Deckungsgrad : eigentlich das Synusium des *Achilleeto-Poetum. Poa angustifolia, Achillea collina, Lysimachia nummularia, Lapsana communis, Glechoma hederaceum, Prunella vulgaris, Dactylis glomerata, Taraxacum officinale, Hieracium bauhini, Cichorium intybus, Daucus carota,* Moose (die Reihenfolge ist die der A-D-Werte bis zu A-D = 3).

Es ist dies der charakteristische Standort des *Boletus impolitus,* welcher von Juni bis September in Massen vorkommt. Besonders auf Plätzen, welche von Pflanzen nicht bedeckt werden, bringt er seine Fruchtkörper hervor, oft ganz eng aneinander gedrängt. In regenreichen Sommern (in praeestivalen und aestivalen Aspekten) ist er immer charakteristisch und dominiert. Die konstant-dominanten Arten dieser Waldassoziation sind : *Boletus impolitus, Amanita pantherina, Boletus chrysenteron, Russula vesca, Russula heterophylla* (K : 4—3). In Wirklichkeit sind das solche Arten, welche in der Bodenphytozönose immer vorkommen, und deren Fruchtkörperbildung nur bei äusserst trockener Witterung ausbleibt. Häufiger vorkommende Arten sind noch : *Boletus erythropus, Boletus miniatoporus, Collybia dryophila, Lactarius subdulcis, Russula foetens, Russula grisea* und *Scleroderma vulgare.* Charakterarten des Standortes und der Pilzgesellschaft : *Boletus rhodoxanthus, Boletus miniatoporus, Amanita pantherina* (in mehreren Farben), *Collybia acervata, Russula heterophylla.*

Wichtigere bzw. stabile Aspekte : im vernalen Aspekt *Pholiota praecox—Psathyrella Candolleana,* im praeestivalen Aspekt *Boletus impolitus-Collybia acervata ;* im estivalen oder maxi-

malen Aspekt: *Boletus impolitus-Russula heterophylla-Amanita pantherina*, *Boletus impolitus-Lactarius subdulcis*, *Boletus erythropus-Boletus miniatoporus-Russula foetens*. Im autumnalen Aspekt: *Boletus radicans-Boletus erythropus*, im spätherbstlichen Aspekt (manchmal auch im hivernalen Aspekt): *Collybia dryophila-Psilocybe spadicea-Mycena debilis*. Die Artenzahl beträgt 31. Der Maximalaspekt (Juni, Juli, allenfalls anfangs August), wird durch wenige Arten aber durch viele Individuen vertreten. Auf den einzelnen 100 m² ausmachenden Dauerquadraten können wir 86—212 Stück Pilzfruchtkörper finden. Für den Aspekt ist es charakteristisch, dass er in jedem Jahr mit kleineren-grösseren Fluktuationen (Zeitverschiebungen) vorfindbar ist. Im Sommer dominieren vor allem xerophile und thermophile Geomykophyten. Epixyles Pilz-Synusium kommt kaum vor.

2. *Querceto-Convallarietum*. In der Laubkronenschicht: *Quercus robur*, *Tilia platyphyllos*, *Ulmus campestris*, *Acer campestre*, *Pyrus pyraster*; Deckungsgrad 85—95%. In der Strauchschicht *Acer campestre*, *Cornus sanguinea*, *Sambucus nigra*, *Corylus avellana*; Deckungsgrad 40%. In der Grasschicht *Poa angustifolia*, *Dactylis glomerata*, *Polygonatum latifolium*, *Convallaria majalis*, *Mycelis muralis*, *Lysimachia nummularia*, *Epipactis varians*. Deckungsgrad 30—40%.

Boletus impolitus kommt auch hier vor, aber, wegen des dichteren Unterwuchses in viel geringerer Zahl. Auch in dieser Pilzassoziation — gerade so wie in der vorhererwähnten — sind vor allem die ectotrophen und peritrophen *Mykorrhiza*-Arten in grosser Menge vertreten. Die konstant-dominanten Elemente des Standortes und der Pilzassoziation sind: *Boletus impolitus*, *Collybia dryophila*, *Lactarius subdulcis*, *Boletus radicans*, *Boletus chrysenteron*, *Scleroderma vulgare*, *Marasmius prasiosmus*. Häufiger vorkommende Arten sind noch: *Boletus subtomentosus*, *Psathyrella gracilis*, *Russula grisea*. Als Charakterarten können die von diesem Fundort neu beschriebenen Arten wie: *Boletus moeszii*, *Calvatia saccata*, *Russula grisea* betrachtet werden. Die charakteristischen und stabilen Aspekte sind: im praeestivalen Aspekt: *Boletus impolitus-Boletus chrysenteron*; im estivalen Maximalaspekt: *Boletus impolitus-Boletus radicans*, weiterhin *Boletus radicans-Scleroderma vulgare*, *Boletus radicans-Boletus luridus*; im autumnalen Aspekt *Psalliota silvicola-Psathyrella gracilis*.

Die komplette Artenzahl beträgt 50, die Massenverhältnisse sind ein wenig niedriger als im *Querceto—Ulmetum*, sie schwanken zwischen 69 und 193 Stück. Neben den Geomykophyten erscheinen schon die Aeromykophyten-Epixylen-Pilze. Charakteristisch ist das Synusium *Trametes versicolor—Stereum hirsutum*.

3. Der gemischte Bestand des *Querceto-Carpinetum*. Neben dem Toten Arm der Körös finden wir es nicht als charakteristischen Bestand, doch schön entwickelt, dagegen stark vermischt mit *Querceto-Ulmetum*. In der Laubkronenschicht *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus campestris*, *Acer campestre*, *Acer negundo*; Deckungsgrad 85—90%. Mässige Strauchschicht (*Acer negundo*, *Acer campestre*, *Cornus sanguinea*, *Amorpha fruticosa*) 25%. Grasschicht verhältnismässig schütter: *Lapsana communis*, *Prunella vulgaris*, *Poa memoralis*, *Carex muricata*, *Carex divulsa*, *Lycopus europaeus*, *Poa annua* usw.; Deckungsgrad 25%. In dieser Assoziation finden wir auch den Standort des *Boletus pseudoscaber*, in welchem im September des trockenen Jahres 1947 die *Psalliota xanthoderma*, eine Pilzoase bildend, mit St. 280 vertreten war. Die konstant-dominanten Arten sind: *Coprinus micaceus*, *Collybia dryophila*, *Lactarius glyciosmus*, *Psalliota silvicola*, *P. xanthoderma*, *Lacrimaria lacrimabundum*.

Charakterarten: *Boletus pseudoscaber*, *Lactarius zonarius (insulsus)*, *Amanita vaginata*.

Aspekte: *Coprinus micaceus (domesticus)-Entoloma clypeatum vernalis*; *Boletus pseudoscaber-Lactarius glyciosmus*, *Boletus chrysenteron-Inocybe geophylla aestivalis* (praeaestivalis auch); *Coprinus micaceus-Psalliota xanthoderma* sind autumnale Aspekte. Die Gesamtzahl der Pilzarten betrug insgesamt 23. Diese Assoziation ist recht arm an Arten. Dagegen fand ich pro 100 m² 55 usque 301 Stück Fruchtkörper.

4. *Robinietum*, gemischter Typ. In der Laubkronenschicht: *Robinia* dominiert, daneben kommt *Acer campestre*, *A. negudo*, *Tilia cordata*, *Aesculus hippocastanum*, *Pinus nigra* vor; Deckungsgrad 60—65%. In der Strauchschicht *Lonicera tatarica*, *Robinia* und *Sambacus nigra*; Deckungsgrad 30%. In der Grasschicht: *Poa angustifolia*, *Dactylis glomerata*, *Alliaria officinalis*, *Chelidonium majus*, *Glechoma hederaceum*, *Urtica dioica* usw.; Deckungsgrad 40—55%.

Im Gegensatz zu den im Vorhergehenden aufgezählten Biotopen herrschen in diesem die Nitrophyten und Humusspezialisten gegenüber den stenoezischen mykorrhizen Arten vor. Die Grosszahl seiner Arten ist ubiquist (euryoezisch), d. h. Assoziationen gegenüber indifferent. Konstant-dominante Arten sind folgende: *Collybia dryophila*, *Boletus chrysenteron*, *Lepiota rhacodes*, *Pholiota praecox*, *Psathyrella candollenna*. Häufig sind noch: *Hypholoma appendiculatum*, *Lacrimaria lacrimabundum*, *Coprinus micaceus* und *Tricholoma nudum*. Die Charakterarten des Biotops und der Pilzgesellschaften: *Psalliota perrara*, *Lepiota rhacodes*, *Marasmius peronatus*, allenfalls *Camarophyllus pratensis*.

Aspekte: *Pholiota praecox-Coprinus domesticus (micaceus) vernalis*; *Tricholoma nudum-Psalliota perrara*, *Lepiota rhacodes-Boletus chrysenteron-Collybia dryophylla aestivalis*; *Tricho-*

loma nudum-Ramaria stricta-Camarophyllus pratensis im autumnalen Aspekt. Die Artenzahl beträgt 30, der maximale Sommeraspekt zählt St. 45—360 Pilzfruchtkörper.

5. Nadelholz-Pflanzungen. Künstlich gepflanzter und recht gemischter Bestand. Die Laubkronenschicht und die Strauchschicht fliesst recht zusammen. Den beiden Schichten gemeinsam sind : *Picea excelsa*, *Pinus nigra*, *P. strobus*, *Taxus baccata*, *Libocedrus*, *Buxus sempervirens*, *Corylus avellana*, *Betula pendula* usw. Deckungsgrad 90—100%. Grasschicht kaum : *Agropyron repens*, *Poa pretensis*, *Dactylis glomerata*, *Satureia vulgaris*, *Cichorium intybus*, *Taraxacum officinale* usw. ; Deckungsgrad 20%.

Die stenoezisch-mykotrophen Arten dominieren. Konstant-Dominante sind : *Boletus granulatus*, *Hebeloma hiemale*, *Lactarius deliciosus*, *Lepiota granulosa*, *Russula integra*, *Tricholoma*

1. Teil eines *Amanita rubescens*-Bestandes im *Carex silvatica*-Typ des *Querceto—Carpinetum*. Nagyszénás, 7. VIII. 1955.

terreum. Häufig sind : *Gomphidius glutinosus*, *Lepiota cinnabarina*, *Russula drimeia (-queletii)*, *Laccaria laccata*, *Mycena viscosa*, Charakterarten sind : *Comphidius glutinosus*, *G. viscidus*, *Lactarius deliciosus*, *Boletus granulatus*, *Lepiota cinnabarina* und *Russula drimeia*. Die vorerwähnten Charakterarten sind für die gepflanzten *Pinus nigra* Auen im allgemeinen charakteristisch (sogenannte regionale Charakterarten). In den Nadelholzforsten des Mittelgebirges kommen noch *Geastrum*-Arten *(G. fornicatum*, *G. fimbriatum* und *G. triplex)* häufig vor.

In diesen entwickelt sich der Maximalaspekt ob des den Nadelhölzern eigentümlichen Mikroklimas, wegen der humifizierenden Vorgänge der Bodenphytozönose, sodann wegen der hier vorherrschenden hygrophilen Arten, im Laufe des Herbstes. Während milder Winter können sie bis zu den vernichtenden Frösten aushalten. Im aestivalen Aspekt kommen *Boletus granulatus—B. chrysenteron-Scleroderma vulgare*, *Phallus impudicus-Psalliota silvatica* vor ; im autumnalen Aspekt: *Boletus granulatus-Russula drimeia-Lactarius deliciosus*, *Lepiota granulosa-L. cinnabarina*, *Gomphidius glutinosus-Ramaria abietina*, *Gomphidius glutinosus-Tricholoma terreum-Hebeloma hiemale ;* im hiemalen Aspekt: *Tricholoma terreum-Hebeloma hiemale* (manchmal bis zu den Februar-Frosten). Die Artenzahl beträgt insgesamt 37 ; pro 100 m^2 54—431 Pilzfruchtkörper. Während sich im Sommer vor allem Mykorrhiza-Arten zeigen — selbst diese spärlich vorkommend —, erscheinen im Herbst neben den in grossen Mengen vorkommenden Mykorrhiza-Pilzen auch viele Humusspezialisten. Die Dynamik der Aspekte in Zusammenhang mit der R-Kurve zeigt uns Abbildung No. 3. Die Quadrate der im Vorhergehenden beschriebenen Aufnahmen an

fünf Pilzbeständen des Tieflandes (Szarvas) betrugen 25 bzw. 100 Quadratmeter. Die angeführten Angaben beziehen sich auf Minimiarealquadrate vom je 100 Quadratmeter. In den Jahren 1947—1949 (bzw. 1955) habe ich insgesammt 290 Aufnahmen gemacht. Aus Platzmangel habe ich nur die charakteristischeren Ergebnisse in Tabellen eingegliedert.

II. In den Jahren 1950 bis 1955 habe ich auch an anderen Stellen Ungarns mykozönologische Untersuchungen angestellt. Mein Ziel war, die Pilzvegetationen einzelner Regionseinheiten, und innerhalb dieser, die Pilzvegetationen wich-

2. Teil eines *Amanita vaginata*, *Russula vesca* und *Lactarius piperatus*-Bestandes im *Carex silvatica*-Typ des *Querceto-Carpinetum*. Nagyszénás, 7. VIII. 1955.

tigerer Pflanzenassoziationen (Waldassoziationen), deren charakteristischere Aspekte, sowie den Gang des Jahresrhythmus der Pilzvegetationen zu erforschen. Regelmässige Aufnahmen fanden in den Budaer-Bergen auf dem Nagyszénás (bei der Gemeinde Nagykovácsi) im Walde statt. Nur von vereinzelten Zeitabschnitten besitze ich Forschungsergebnisse aus der Mátra und dem Bükk-Gebirge.

Untersuchungen, veranstaltet in den auf den nord-östlichen Hängen des Nagyszénás gelegenen Hainbuchen-Eichen- und Mischwäldern bzw. in ihren Typen.

a) *Querceto-Carpinetum pannonicum-Carex silvatica*-Typ. — In der Laubkronenschicht finden wir *Carpinus betulus*, *Fagus silvatica*, *Quercus petraea*, *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus* ; Deckungsgrad 70—75%. In der Strauchschicht : *Cornus sanguinea* und

C. mas, *Carpinus*, *Crataegus oxyacantha* ; Deckungsgrad 20—25%. In der Grasschicht dominieren : *Carex silvatica* (A—D : 4), *Asarum europaeum*, *Campanula persicifolia*, *Hieracium silvaticum*, *Lilium martagon*, *Euphorbia amygdaloides*, *Lathyrus vernus*, *Viola silvestris*, *Pulmonaria officinalis*, *Fragaria elatior*, *Campanula trachelium*, *Lamium galeobdolon*, *Valeriana officinalis*, *Campanula rapunculoides* usw. Deckungsgrad 90%. Die Entwicklung des Sommermaximalaspektes verschiebt sich in der Regel wegen der trockenen Sommerwitterung auf die Monate August und September. Von den auf diesem Gebiet gefundenen 87 Arten fallen 63 auf diese Assoziation. Sein Boden ist eine Rendzina. Wegen seiner dichten und reichen Grasschicht kommen Pilze in Menge nur stellenweise vor, besonders auf den kahleren Stellen, die sich um die Stämme einzel-

3. Teil eines Hexenringes von *Lactarius piperatus* im *Querceto—Carpinetum*, Typ *Poa nemoralis*. Nagyszénás, 7. VIII. 1955.

ner Bäume gebildet haben. Häufig sind grosse ja sogar riesenhafte Pilzexemplare, besonders nach grösseren Regenfällen, wenn gleichzeitig die Temperaturverhältnisse ebenfalls günstig sind (z. B. 1955).

Die konstant-dominanten Arten des Waldtyps und des Biotops sind : *Amanita vaginata*, *Cantharellus cibarius*, *Collybia radicata*, *Lactarius piperatus*, *L. volemus*, *Russula nauseosa*, *Stereum hirsutum*, *Peniophora quercina*, *Trametes versicolor*. Nennenswert ist auch das auf Baumstrünken wachsende und überwinternde *Stereum hirsutum-Trametes versicolor* Synusium. Häufig sind noch : *Amanita rubescens*, *Collybia dryophila*, *Russula cyanoxantha*. Charakterarten sind : *Strobilomyces strobilaceus*, *Lentinus cochleatus*, *Ramaria amethystina*, *Lactarius volemus*. Die aestivalen und praeautumnalen Maximalaspekte sind : *Cantharellus cibarius-Lactarius piperatus*, *Cantharellus cibarius-Lactarius volemus-Russula vesca*, *Amanita rubescens-Amanita vaginata* ; im autumnalen Aspekt: *Amanita phalloides-Clitocybe geotropa*. Artenzahl : 63 ; die Fruchtkörperzahl der Pilze ist auf 100 m² St. 44—109. Recht charakterisierend und beachtenswert ist der häufig auftretende »Hexenring« des *Lactarius piperatus*, sodann das massenhafte Vorkommen der *Amanita vaginata* f. *alba* gegenüber dem Waldtypus von *Poa nemoralis*, wo die graugefärbte Form häufig ist.

b) *Querceto-Carpinetum pannonicum-Poa nemoralis*-Typ. Laubkronenschicht mit 70%igem Deckungsgrad, Arten dieselben. Strauchschicht 20—30%, in der Grasschicht *Poa nemoralis*

Tabelle 5

Nagyszénás: *Querceto-Carpinetum pannonicum.*

			Carex silvatica-facies								*Poa nemoralis*-facies						Misch-Typ			
			1953. 4. VIII.	1953. 11. VIII.	1953. 9. IX.	1953. 29. IX.	1954. 23. VII.	1955. 1. VII.	1955. 24. VII.	Fr.	1953. 4. VIII.	1953. 11. VIII.	1953. 29. IX.	1954. 23. VII.	1955. 24. VII.	Fr.	1953. 11. VIII.	1954. 23. VII.	1955. 24. VII.	Fr.
	Sb.	S.	St. Zahl A—D.								St. Zahl A—D.						St. Zahl A—D.			
Aleuria badia	B.	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12, +	—	2
Amanita phalloides	B.	1	—	—	—	2, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Amanita rubescens	B.	1—2	1, +	—	—	—	—	—	15, +—1	2	—	2, +	—	—	—	1	—	—	—	—
Amanita vaginata	B.	1	2, +	—	—	—	3, +	2, +	8, +—1	3	—	1, +	—	—	—	1	—	3, +	—	1
Boletus castaneus	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1, +	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Boletus edulis	B.	1	—	—	—	—	—	—	3, +	1	—	—	—	—	8, 1	1	—	—	—	—
Boletus chrysenteron	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	19, +—1	2
Boletus granulatus	B.	1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16, +—1	27, 1	3
Boletus subtomentosus	B.	1	1, +	—	—	—	1, +	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	1, +	—	1
Boletus luridus	B.	1	—	—	—	—	1, +	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3, +	2
Boletus scaber	B.	1	—	—	—	—	—	—	1, +	1	—	—	—	—	—	—	—	2, +	—	1
Cantharellus cibarius	B.	1	3, +	8, +—1	—	—	12, 1	—	2, +	3	—	1, +	—	—	—	1	—	—	—	—
Calvatia saccata	B.	1—2	—	1, +	—	1, +	—	—	—	2	—	—	—	1, +	—	1	—	—	—	—
Clavaria fistulosa	B.	4	—	—	—	—	13, +	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Camarophyllus virgineus	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1, +	—	1	—	—	—	—
Cliiocybe geotropa	B.	1	—	—	—	2, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2, +	—	—	—
Clitocybe infundibuliformis	B.	1	—	—	—	—	2, +	—	—	1	2, +	—	—	—	—	1	3, +	—	—	1
Clitocybe mellea	B.	1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31, 1	—	—	1	—	—	—	—
Clitocybe phosphorea	B.	1	—	—	—	1, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Collybia asema	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8, +	—	2
Collybia butyracea	B.	1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3, +	—	—	1	—	—	—	—
Collybia radicata	B.	1	—	1, +	—	—	2, +	—	5, +	3	5, +	2, +	—	—	—	2	1, +	5, +	—	3
Collybia dryophila	B.	1—2	—	—	—	12, +	—	7, +	—	2	—	—	5, +	—	—	1	—	—	—	—
Coprinus micaceus	B.	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8, +	—	1	—	—	—	—
Craterellus cornucopioides	B.	3	—	—	—	—	—	—	—	—	15, +—1	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Diatrype pulvinata	A. Az	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	überz.	—	—	—	1	—	—	—	—
Entoloma clypeatum	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1, +	—	1
Fomes igniarius	B. St.	1—2	—	2, +	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fuligo septica	B. K.	5	—	überz.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Geastrum fimbriatum	B.	1	—	—	—	1, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Geastrum fornicatum	B.	1	—	—	—	1, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Helvella elastica	B.	1	—	—	—	—	1, +	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hypholoma fasciculare	B. K.	4	—	—	—	15, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hypholoma sublateritium	B. K.	3	—	—	—	16, +—1	—	—	—	1	—	—	15, +—1	—	—	—	—	—	—	—
Inocybe geophylla	B.	1	—	—	—	—	5, +	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Inocybe fastigiata	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1, +	—	—	—	1, +	2	—	—	—	—
Lachnaea hemisphaerica	A. Ae.	1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	überz.	1	—	—	—	—
Lactarius glyciosmus	B.	1	—	—	—	—	6, +	—	—	1	1, +	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Lactarius subdulcis	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2, +	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Lactarius piperatus	B.	1	—	11, 1	2°, +	—	15, 1	—	—	3	16, 1	8, +—1	—	1, +	4, +	4	4, +	—	—	1
Lactarius volemus	B.	1	5, +	6, +—1	—	—	5, +	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lepiota granulosa	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1, +	—	—	—	—	—	—
Lepiota sistrata	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1, +	—	1	—	—	—	—
Lentinus cochleatus	B.	3	—	—	—	20, 1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lycogala epidendrum	B. K.	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	überz.	—	1	—	—	—	—
Lycoperdon echinatum	B.	2	—	—	—	1, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Marasmius peronatus	B.	1	—	5, +	—	—	1, +	—	—	2	6, +	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Mycena alcalina	B. K.	3	—	—	—	8, +	—	—	—	1	—	—	3, +	—	—	1	—	—	—	—
Mycena filopes	B.	1	1, +	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mycena pura	B.	1	—	—	—	1, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Naucoria semiorbicularis	B.	1	—	—	—	1, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Peniophora quercina	A. Ae.	3	—	überz.	überz.	überz.	—	—	—	3	—	—	überz.	—	—	1	überz.	—	—	1
Pluteus cervinus	B. K.	1	—	—	1, +	2, +	—	—	—	2	—	—	—	—	1, +	1	1, +	—	—	1
Pluteus nanus	B. K.	1	1, +	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1, +	—	1	—	—	—	—
Polyporellus brumalis	A. Ae.	1—2	—	2, +	—	—	—	—	—	1	2, +	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Polyporellus arcularius	A. Ae.	1—2	—	—	—	—	—	3, +	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Psalliota edulis	B.	1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5, +	8, +	12, +—1	5
Psalliota silvatica	B.	1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8, +	—	1	—	—	—	—
Psathyrella candolleana	B.	2	—	—	—	—	—	8, +	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Psilocybe spadicea	B.	1	—	—	—	1, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pholiota mutabilis	B. K.	3	—	—	—	—	—	—	36, 1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pholiota destruens	B. K.	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10, +—1	—	1	—	—	—	—
Ramaria amethystina	B.	4	—	—	—	—	8, +	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Russula alutacea	B.	1	—	—	—	—	—	—	1, +	1	—	—	—	—	6, +	1	—	—	4, +	2
Russula cyanoxantha	B.	1	—	—	—	—	—	1, +	2, +	2	—	—	—	1, +	—	1	—	—	—	—
Russula emetica	B.	1	—	—	1, +	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Russula foetens	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2, +	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Russula fragilis	B.	1	—	1, +	—	—	—	—	—	1	1, +	—	—	—	1, +	2	1, +	—	—	1
Russula heterophylla	B.	1	2, +	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Russula lepida	B.	1	—	—	—	—	8, +	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Russula lutea	B.	1	—	—	—	—	2, +	—	—	1	1, +	—	—	2, +	1, +	3	—	—	—	—
Russula grisea	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1, +	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Russula vesca	B.	1	—	—	—	—	—	—	2, +	1	2, +	—	—	—	7, 1	2	—	—	—	—
Russula sanguinea	B.	1	—	2, +	—	—	—	—	—	1	1, +	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Russula nauseosa	B.	1	—	1, +	—	—	2, +	—	4, +	3	1, +	—	—	—	—	1	—	—	8, +	2
Russula virescens	B.	1	1, +	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Spumaria alba	B.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	überz.	1	—	—	—	—
Stemonitis fusca	B.	5	überz.	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Scleroderma vulgare	B.	1—2	3, +	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stereum hirsutum	B. K.—A Ae.	5	—	überz.	überz.	überz.	überz.	—	überz.	4	überz.	überz.	überz.	überz.	überz.	5	überz.	—	—	1
Strobilomyces strobilaceus	B.	1	—	1, +	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Trametes suaveolens	B. St.—B. K.	2	—	—	—	2, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Trametes versicolor	B. K.	3—4	—	3, +	3, +	5, +	—	—	—	3	6, +	5, +	3, +	—	—	3	3, +	—	—	1
Trametes zonata	B. K.	3	—	—	—	16, 1	—	—	—	1	—	—	—	—	23, 1	1	—	—	—	—
Tricholoma fucatum	B.	1	—	—	—	1, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vuillleminia comedens	A. Ae.	3	—	überz.	überz.	überz.	—	—	—	1	—	überz.	überz.	—	überz.	3	überz.	—	—	1
Xylaria hypoxylon	B K.	3	—	—	—	—	—	—	6, +	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Arten-Zahl: 87; St.-Zahl			11; 20	17; 44	7; 7	23; 109	18; 87	5; 21	13; 85	63	19; 66	9; 19	10; 61	14; 35	11; 51	46	10; 16	9; 56	6; 73	21

Bezeichnungen u. Abkürzungen

B. = bodenbewachsende Pilze
A.Ä. = auf abgebrochenen Ästen, oder auf im Boden in Fäulnis sich befindenden Holzteilen vork. Pilze
B.St. = auf lebenden Teilen der Baumstämne wachsende Arten
B.K. = auf Baumklötzen wachsende Pilze
Sb. = substratum
S. = Soziabilität
Fr. = Frequenz
St. = Stück
A-D = Abundanz-Dominanz-Wert
überz. = die Pilze kommen massenhaft-überzugsmässig vor

Tabelle 6

Mátra-Gebirge (Mátraháza)

Artenliste	Sb.	S.	*Querceto-Potentilletum albae pannonicum* 1952. 8. X.	1952. 12. X.	1952 20. X.	1954. 18. X.	Fr.	Misch-Typ 1952. 8. X.	1952. 12. X.	*Querceto-Carpinetum pannonicum* 1952. 7. X.	1952. 18. X.	1954. 16. X.	Fr.
			St. A—D					St. A—D		St. A—D			
Amanita citrina	B.	1	—	—	—	—	—	—	2, +	—	—	—	—
Amanita pantherina	B.	1	—	—	2, +	—	1	—	—	—	—	—	—
Boletus satanas	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	2, +	—	—	1
Clitocybe candicans	B.	1	1, +	1, +	10, +—1	—	4	—	—	—	—	—	—
Clitocybe cerussata	B.	1	—	2, +	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Clitocybe odora	B.	1	—	—	—	—	—	8, +	3, +	2, +	—	—	1
Clitocybe candida	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	3, +	—	—	1
Clavaria pistillaris	B.	1—2	—	—	—	—	—	—	—	—	5, +	—	2
Collybia dryophila	B.	1	—	—	—	—	—	—	2, +	—	—	—	—
Collybia longipes	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	2, +	—	—	1
Coprinus plicatilis	B.	1	1, +	—	—	—	1	—	—	1, +	—	—	1
Cortinarius collinitus	B.	1	—	37,1	—	—	2	11, +	—	4, +	7, +	—	3
Cortinarius cinnamomeus	B.	1	2, +	16, +—1	—	—	3	—	—	5, +	22, 1	—	3
Cortinarius fulgens	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	4, +	—	—	1
Cortinarius caerulescens	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	4, +	—	1
Cortinarius multiformis	B.	1	—	1, +	—	—	1	—	—	—	2, +	—	1
Cortinarius rufovirescens	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	1, +	—	—	1
Cortinarius sp.	B.	1	2, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Daedalea quercina	B. St.	1—2	4, +	—	—	2, +	3	—	—	—	—	—	—
Entoloma lividum	B.	1	—	12, +—1	—	—	1	—	—	—	—	7, +—1	2
Exidia glandulosa	A. Ae.	1	2, +	—	—	—	1	—	1, +	—	—	—	—
Hebeloma crustuliniforme	B.	1	—	—	8, +	—	1	—	3, +	16, +—1	2. +	—	3
Hypholoma sublateritium	B. St.	3	—	—	—	—	—	95,1	118, 1	—	—	—	—
Inocybe fastigiata	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	2, +	—	—	1
Inonotus rheades	B. St.	1	—	—	—	1, +	1	—	—	—	—	—	—
Irpex deformis	A.Ae.-B.K.	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6, +	2
Laccaria laccata	B.	1—2	2, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Lactarius insulsus	B.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2, +	1
Lactarius piperatus	B.	1	9, +—1	—	10, +—1	—	3	2, +	5, +	4, +	19, 1	1°, +	4
Limacium eburneum	B.	1	—	—	8, +	—	2	20, +—1	3, +	—	5, +	—	2
Limacium leucophaeum	B.	1	9, +	—	—	—	2	—	—	12, +—1	—	—	2
Limacium olivaceoalbum	B.	1	5, +	12, +—1	—	—	3	—	8, +	—	—	—	—
Marasmius confluens	B.	1—2	—	—	3, +	—	1	—	—	—	—	1, +	1
Marasmius prasiosmus	B.	1—2	—	—	—	—	—	9, +	—	—	—	—	—
Marasmius ramealis	B.	2	5, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Marasmius terginus	B.	1—2	26+—1	5, +	25, +—1	—	4	—	6, +	—	5, +	—	2
Mycena filopes	B.	1	3, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Mycena galericulata	B. K.	2	8, +	—	8, +	—	3	—	3, +	8, +	—	2, +	3
Mycena polygramma	B. K.	2	3, +	—	—	1, +	2	—	—	5, +	—	—	2
Mycena pura	B.	1	—	—	—	—	—	—	3, +	—	—	—	—
Mycena stannea	B.	1	—	—	2, +	—	1	—	—	—	—	—	—
Naucoria pellucida	A. Ae.	1	2, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Naucoria semiorvicularis	B.	1	—	2, +	2, +	—	2	—	—	—	—	—	—
Panus stipticus	B. St.	3	16, +	—	43, 1	6, +	4	—	—	—	—	—	—
Peniophora quercina	A. Ae.	2	—	—	überz.	—	1	—	überz.	—	—	—	—
Polyporellus arcularius	A. Ae.	1	1, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Polyporellus brumalis	A. Ae.	1	—	3, +	—	—	1	—	1, +	—	—	—	—
Pluteus nanus	B. St.	1	2, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Psathyrella gracilis	B.	1	2, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Radulum quercinum	A. Ae.	2	—	überz.	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Russula alutacea	B.	1	—	—	—	—	—	—	19,1	—	—	—	—
Russula fragilis	B.	1	1, +	—	—	—	1	1, +	—	1, +	—	—	1
Russula lepida	B.	1	3, +	—	4, +	—	3	—	—	—	—	—	—
Russula ochroleuca	B.	1	2, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Russula vesca	B.	1	1, +	—	5, +	—	2	3, +	3, +	2, +	11, +—1	1, +	4
Russula veternosa	B.	1	8, +—1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
Stereum hirsutum	B. St.	3	—	—	überz.	überz.	2	—	überz.	—	—	—	—
Stropharia aeruginosa	B.	1	1, +	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Tremella foliacea	A. Ae.	2	überz.	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Tricholoma album	B.	1	22, 1	13, +—1	3, +	—	4	4, +	7, +	—	—	—	—
Vuilleminia comedens	A. Ae.	2	überz.	—	überz.	—	2	—	überz.	—	—	—	—
Artenzahl: 61; St.-Zahl			29; 143	12; 104	17; 123	5; 10	44	9; 153	19; 187	17; 74	10; 82	7; 20	26

(2—3), die Pflanzen des Typs *Carex silvatica* sind weiterhin : *Satureia vulgaris*, *Chrysanthemum corymbosum*, *Veronica officinalis*, *Neottia nidus-avis*, *Dactylis glomerata* ssp. *aschersoniana*, *Dentaria bulbifera*, *Aconitum vulparia*, *Genista elata* usw. Deckungsgrad : 60—65%.

Da dieser Waldtyp an einer höheren und daher trockeneren Stelle des Abhanges wächst, ist die Pilzvegetation trotz des spärlicheren Unterwuchses beschränkter als im vorhergenannten Waldtyp. Die konstant-dominanten Pilze sind : *Lactarius piperatus*, *Collybia radicata*, *Russula lutea*, *R. fragilis*, *Stereum hirsutum*, *Trametes versicolor*, *Vuilleminia comedens*. Häufig sind : *Russula vesca*, *Amanita vaginata*, *A. rubescens*. Charakterarten (differenziale Arten) sind : *Craterellus cornucopioides*, *Boletus edulis*, *B. castaneus*, *Lepiota granulosa*. Die den maximalen Sommeraspekt bildende Artenkombination ist die folgende : *Lactarius piperatus—Amanita*

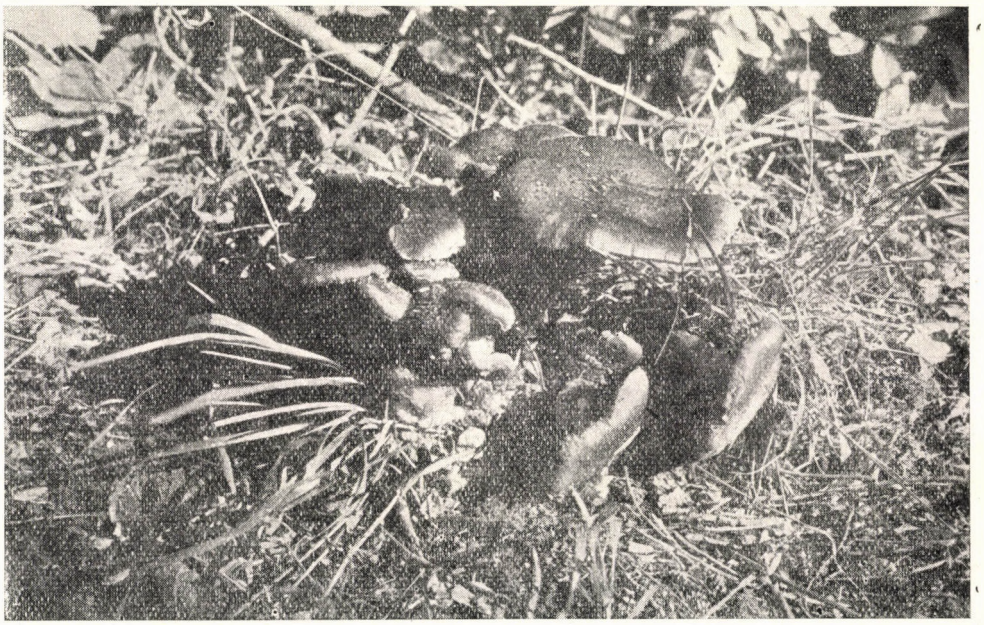
4. Teil eines *Entoloma lividum*-Bestandes aus der Assoziation *Querceto—Potentilletum albae pannonicum*. Mátraháza, 8. X. 1955.

vaginata, *Lactarius piperatus-Craterellus cornucopioides ;* im autumnalen Aspekt sind : *Clitocybe mellea-Hypholoma sublateritum*. Wichtig sind *Stereum hirsutum-Trametes versicolor* und *Stereum -Trametes* zonata Synusien. Artenzahl : 46 ; die Fruchtkörperzahl der Pilze ist auf 100 m² 35—66 St. Der Boden ist podsolisch. Bemerkenswert ist der Zusammenhang zwischen *Boletus edulis* und dem Hainbuchen—Eichen Waldtyp mit einem podsoligen Boden.

c) *Querceto-Carpinetum* gemischter Typ. In der Laubkronenschicht bzw. in der Strauchschicht auch *Pinus nigra* (gepflanzt). Deckungsgrad der Laubkronenschicht : 80%, der Strauchschicht : 30%, der Grasschicht : 40%. Es nimmt den höchsten Teil des Hanges ein, sein Boden besteht aus kalkigem Mergel. Die konstant-dominanten Arten des Biotops und der Pilzgesellschaft sind : *Boletus granulatus*, *B. chrysenteron*, *Collybia radicata*, *Psalliota edulis*, *Russula alutacea*. Häufig sind : *Boletus luridus*, *Collybia asema*, *Russula nauseosa*. Charakterarten (differenziale Arten) sind : *Psalliota edulis*, *Collybia asema*. Aspekte sind : in dem aestivalen Aspekt *Psalliota edulis-Boletus granulatus*, *Amanita rubescens-Russula alutacea ;* in dem autumnalen Aspekt : ein charakteristischer Aspekt konnte noch nicht abgesondert werden. Artenzahl : 21 ; mit 16—73 Stückzahl auf 100 m². Es verdient auch als Standort der *Psalliota edulis* erwähnt zu werden.

III. Im *Mátragebirge* (in der Umgebung von Mátraháza) untersuchte ich das *Querceto-Potentilletum albae pannonicum*, das *Querceto-Carpinetum pannonicum* und den Mischtypus der beiden.

a) *Querceto-Potentilletum albae pannonicum.* In der Laubkronenschicht dominiert *Quercus cerris*, daneben vereinzelt *Carpinus*. Deckungsgrad : 60%. Strauchschicht kaum (10%). In der Grasschicht sind : *Cynanchum vincetoxicum*, *Potentilla alba*, *Genista elata*, *Veronica chamaedrys*, *Aconitum vulparia*, *Digitalis grandiflora*, *Trifolium alpestre*, *Hieracium umbellatum*, *Chrysanthe-*



5. Teil eines *Clitocybe mellea*-Bestandes aus der Assoziation *Querceto—Carpinetum*. Lillafüred 12. X. 1953.

mum corymbosum, *Serratula tinctoria*, *Campanula bononiensis* usw. Deckungsgrad : 80%. Die Artenzahl der mit der Linearmethode gesammelten Pilzarten betrug 146, von diesen fallen auf die untersuchten Quadrate nur 61 Arten.

Die konstant-dominanten Pilzarten des Standortes und der Pflanzengesellschaft sind : *Clitocybe candicans*, *Marasmius terginus*, *Cortinarius cinnamomeus*, *Lactarius piperatus*, *Limacium olivaceo—album*, *Panus stipticus*, *Tricholoma album*, *Russula lepida*. Häufig sind : *Mycena galericulata*, *Daedalea quercina*, *Cortinarius collinitus*, *Entoloma lividum*. Charakterarten sind : *Inonotus rheades*, *I. nidus-pici*, *Tremella foliacea*, *Tricholoma album*, *Clitocybe cerussata*. Artenzahl insgesamt 44 ; die Stückzahl der Fruchtkörper auf den einzelnen Quadraten belief sich von 10—143. Ich untersuchte vor allem das autumnale-sekundäre Maximum. In diesem bildeten Aspekte : *Cortinarius cinnamomeus-Limacium olivaceo-album*, *Entoloma lividum-Russula lepida*, *Lactarius piperatus-Clitocybe candicans-Marasmius terginus*. Auf den Baumstrünken und Stämmen erschienen als Synusien die Gemeinschaft : *Panus stipticus-Daedalea quercina-Mycena galericulata*.

b) *Gemischter Typ.* In diesem mischen sich die Pilzverbände und Aspekte der Hainbuchen—Eichen und der Zerreichen—Eichenwälder. Seine besonders charakteristischer Aspekt war : *Limacium eburneum-Cortinarius collinitus*-Bestand. Artenzahl 22 ; die der Fruchtkörper St. 153—187.

c) *Querceto-Carpinetum pannonicum.* In der Laubkronenschicht *Quercus petraea*, *Q. cerris*, *Carpinus betulus*, *Fagus silvatica*, *Acer pseudoplatanus*. Deckungsgrad: 70—80%. Strauchschicht

kaum (20%): *Corylus*, *Cytisus laburnum*, *Cornus* usw. In der Grasschicht *Galium schultesii*, *Melampyrum nemorosum*, *Hieracium umbellatum*, *Digitalis grandiflora*, *Carex silvatica*, *Poa nemoralis*, *Trifolium alpestre* usw. Deckungsgrad: 80—90%.

Die Konstant-Dominanten des Waldtyps und des Standortes sind: *Lactarius piperatus*, *Cortinarius collinitus*, *C. cinnamomeus*, *Hebeloma crustuliniforme*, *Russula vesca*, *Mycena galericulata*. Häufige Arten sind: *Clavaria pistillaris*, *Limacium eburneum*, *Mycena polygramma*. Charakterarten sind: *Boletus satanas*, *Cortinarius coerulescens*, *C. rufovirescens*, *Clavaria pistil-*

6. Teil eines *Fomes fomentarius*-Synusiums auf morschem Buchenstamm in der Assoziation *Fagetum silvaticae hungaricum*. Fehérkőlápa im Bükk-Gebirge, 10. X. 1953.

laris. Auf den Baumstrünken: *Stereum purpureum-Mycena polygramma* Synusium. Die Aspekte, die sich beim herbstlichen-sekundären Maximum entwickeln, sind: *Hebeloma crustuliniforme-Limacium leucophaeum*, *Lactarius piperatus-Cortinarius cinnamomeus* Aspekt. Artenzahl: 26, die Fruchtkörperzahl ist auf 100 m² 20—82 St.

IV. *Das Bükk-Gebirge*. Oberhalb der Szeleta-Grotte. Ich habe ausschliesslich den Herbst-Aspekt untersucht, und zwar in zwei Pflanzengesellschaften. Da das Biotop leider stark xerophil ist, ist es kaum geeignet für das Gedeihen von Pilzen. Ich habe das Gebiet mit Linear-Methode untersucht und dabei 158 Pilzarten gesammelt.

a) *Querceto-Luzuletum subcarpaticum*. In der Laubkronenschicht sind *Quercus petraea*, *Carpinus betulus*, *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*. Deckungsgrad: 70%. Auf dem Bergrücken und auf den nördlichen Hängen. In der Strauchschicht sind: *Corylus*, *Cornus sanguinea*, *Crataegus oxycantha*, *Evonymus europaea*; Deckungsgrad: 50%. In der Grasschicht sind: *Luzula albida*, *Melampyrum nemorosum*, *Carex silvatica* usw., Deckungsgrad 30—40%.

b) *Luzulo-Fagetum silvaticae*. Ebendort an den nördlichen Hängen. In der Laubkronenschicht dominiert *Fagus silvatica*, in der Begleitung weniger *Carpinus*. Dechungsgrad: 80%. Grasschicht recht schütter, hauptsächlich von *Luzula albida* gebildet. Deckungsgrad: 30%. Eigentlich können wir es als einen »*subnudum*«-Typus bezeichnen.

Tabelle 7

Bükk-Gebirge.	Sb.	S.	*Querceto-Luzuletum subcarpaticum* 1953. 8. X.	*Querceto-Luzuletum subcarpaticum* 1953. 12. X.	*Querceto-Luzuletum subcarpaticum* 1953. 18. X.	*Luzulo-Fagetum silvaticae* 1953. 8. X.	*Luzulo-Fagetum silvaticae* 1953. 18. X.	Fr.
			St. A—D			St. A—D		
Collybia dryophila	B.	1	—	2, +	—	—	—	1
Collybia fusipes	B.	3	—	—	—	—	8, +	1
Collybia inolens	B.	1	1, +	3, +	—	—	—	2
Collybia radicata	B.	1	—	—	—	2, +	—	1
Corticium sp.	B. K.	2	überz.	—	—	—	—	1
Cortinarius collinitus	B.	1	8, +—1	—	1, +	—	—	2
Cortinarius multiformis	B.	1	3, +	1, +	—	—	—	2
Craterellus cornucopioides	B.	2	70°, 1	—	87°, 1	—	—	2
Daedalea quercina	B. St.	1—2	5, +	—	—	—	—	1
Hypholoma fasciculare	B. K.	3	—	—	35,1	—	—	1
Hypholoma sublateritium	B. St.	2—3	—	10, +—1	—	—	—	1
Lactarius piperatus	B.	1	—	—	5°, +	—	3, °+	2
Lepiota gracilenta	B.	1	1, +	—	—	—	—	1
Limacium eburneum	B.	1	—	1, +	2, +	3, +	—	3
Limacium olivaceoalbum	B.	1	—	—	3, +	—	—	1
Lycoperdon furfuraceum	B.	1—2	—	2, +	—	—	—	1
Marasmius confluens	B.	1	2, +	—	—	—	—	1
Mycena galericulata	B. K.	1—2	—	2, +	—	—	—	1
Panaeolus sp.	B.	1	—	—	—	—	1, +	1
Panus stipticus	B. K.	3	—	45, +—1	—	—	—	1
Psathyrella semiglobata	B.	1	—	—	—	1 , +	—	1
Russula fragilis	B.	1	1, +	—	2, +	5, +	—	3
Russula lutea	B.	1	—	—	1, +	—	—	1
Stereum hirsutum	B. K.	3	überz.	überz.	überz.	überz.	—	4
Trametes betulina	B. St.	1	—	8, +	—	—	—	1
Trametes gibbosa	B. St.	2	—	—	—	2, +	6, +—1	2
Trametes populina	BK.-BSt	3	—	—	—	1, +	1, +	2
Trametes versicolor	BK.-BSt	3	12, +	16, +—1	—	33, +—1	42,1	4
Trametes zonata	B. K.	3	—	—	—	46,1	38, 1	2
Tricholoma irinum	B.	1	2, +	—	—	—	—	1
Tricholoma scalpturatum	B.	1	—	—	1, +	—	—	1
Trogia crispa	B. K.	2	—	—	—	6, +	4, +	2
Vuilleminia comedans	A. Ae.	2	überz.	—	überz.	—	—	2
Arten-Zahl: 34; St.-Zahl:			14; 109	12; 92	11; 137	10; 99	8; 103	

Die beiden Pflanzengesellschaften vermischen sich stark untereinander. Die gemeinsamen konstant-dominanten Arten sind: *Limacium eburneum*, *Craterellus cornucopioides*, *Russula fragilis*, *Trametes versicolor*, *Stereum hirsutum*. Häufige Arten sind: *Cortinarius collinitus*, *C. multiformis*, *Tricholoma scalpturatum*, *Trogia crispa*. Wichtigere Aspekte sind im *Querceto-Luzuletum: Cortinarius (collinitus, multiformis)-Craterellus cornucopioides*, *Hypholoma sublateritium-Panus stipticus-Trametes versicolor* Synusium; im *Luzulo-Fagetum: Limacium eburneum-Collybia radicata* Aspekt und *Trametes zonata-Trogia crispa* Synusium. Artenzahl insgesamt: 34; die Stückzahl der Fruchtkörper beläuft sich auf 92—103. Wenn wir die oben angeführten Angaben mit den von anderen Gebieten stammenden Daten von G. BOHUS vergleichen (Budaer Berge), können wir sehen, dass sich etliche Unterschiede sowohl hinsichtlich der Konstant-Dominanten als auch der Charakterarten zeigen. Dieser Unterschied aber ist ausschliesslich bei Waldassoziationen geographisch ferngelegener Gebiete auffallend.

Die konstant-dominanten Arten der fünf Assoziationen von BOHUS sind nämlich die folgenden:

1. Im *Querceto-Carpinetum pannonicum* (1948, 1951—53): *Clitocybe corda-rivulosa*, *C. infundibuliformis*, *Marasmius peronatus*, *M. wynnei*, *Mycena pura*, *Lycoperdon perlatum*, *Phallus impudicus*, *Russula alutacea*, *Amanita rubescens*. Alle vorher aufgezählten Arten sind ebenfalls in den Tabellen, aufgenommen im *Querceto-Carpinetum* des Nagyszénás, auffindbar. Ein grosser Teil von ihnen kommt auch in den nicht »typischen« Assoziationen des Mátra-Gebirges vor. Mehrere Arten sind aspektbildend. Den Untersuchungen von BOHUS gemäss ist dieser der an Arten reicheste Pilzverband (106 Arten). In den Budaer-Bergen finden wir in dieser Waldgesellschaft die meisten Bodenpilze. Auf den von mir aufgenommenen Flächen hat sich diese Gesellschaft ebenfalls als die an Arten abwechslungsreicheste (87 Arten) gezeigt.

2. Im *Querceto-Potentilletum albae pannonicum* (1951—53): *Amanita rubescens*, *A. vaginata*, *Boletus subtomentosus*, *Marasmius peronatus*, *Lycoperdon perlatum*. Weicht gänzlich von der Pilzvegetation des Zerreichenwaldes der Mátra ab. Hier also spielen geographische Unterschiede, Bodendifferenzen und Pflanzengesellschaft auch eine Rolle. An Arten reich folgt es unmittelbar auf die Hainbuchen—Eichenassoziation. Während die Fruchtkörperzahl des vorhergehenden Waldtyps (1948 und 1951) 327 betrug, belief sie sich in der letzteren auf St. 199. Mit einer mässigen Massenerscheinung der Pilze.

3. Im *Fagetum silvaticae hungaricum* (1948, 1951): *Boletus chrysenteron*, *Russula lepida*, *R. lutea*, *Lycoperdon perlatum*. Weicht im wesentlichen von den Pilzassoziationen z. B. des *Fagetums* des Bükk-Gebirges ab. Mittelmässiger Reichtum an Arten (50), das Vorkommen von Fruchtkörpern ebenfalls niedriger (Stück 65).

4. Im *Querceto-Luzuletum nemorosae subcarpaticum* (1948, 1951): *Russula nigricans*, *R. vesca*, *R. lepida*, *Amanita phalloides*. Bei diesem zeigt sich ein auffallender Unterschied in der Pilzvegetation des Hársbokor-Berges (Budaer-Berge) und des Bükk-Gebirges. Die Artenzahl ist niedrig (22 gegenüber 34 im Bükk) auch die Fruchtkörpermenge ist gering (St. 29). Die Pilzgesellschaften der Budaer-Berge sind nicht nur hinsichtlich ihrer Zusammensetzung an Arten anders geartet, sondern sie sind auch in Arten viel ärmer und auch die pro 100 m² vorkommende Fruchtkörpermenge ist viel geringer, als die der Aufnahmen im Bükk-Gebirge.

5. Das *Tilio-Fraxinetum hungaricum* ist von den bisher besprochenen Waldgesellschaften die für die Pilzvegetation am wenigsten geeignete. Artenzahl betrug (1948, 1951) nur 18, Fruchtkörperzahl im Maximalaspekt pro 100 m² nur St. 48. Die konstant-dominanten Arten sind: *Lactarius torminosus*, *Inocybe fastigiata*, *Marasmius wynnei*, *Tricholoma album*.

Die Charakterarten der von BOHUS untersuchten Waldassoziationen sind die folgenden:

1. Im *Querceto-Carpinetum*; *Boletus pseudoscaber*, *Cortinarius calochrous*, *C. glaucopus*, *C. infractus*, *Russula aurata*, *Lactarius volemus*, *Lentinus cochleatus*.

2. Im *Querceto-Potentilletum albae: Clitocybe phyllophila*, *Collybia atrata*, *Lactarius decipiens*, *(L. insulsus?)*, *Limacium cossum*, *Rhodophyllus rhodopolius*, *Russula atropurpurea*, *Tricholoma album*.

3. Im *Fagetum silvaticae hungaricum: Inocybe jurana*, *Lactarius blennius*, *L. pallidus*, *Lepiota cristata*, *Pholiota erebia*, *Psalliota silvatica (?)*.

4. Im *Querceto Luzuletum nemorosae: Boletus badius*, *Cortinarius multiformis*, *Lactarius chrysorrheus*, *Russula nigricans*.

5. Im *Tilio-Fraxinetum hungaricum: Lactarius torminosus*, *Lepiota serena*, *L. rhacodes (?)*, *Psathyrella desseminata (?)*.

Innerhalb eines kleineren Gebietes (z. B. in den Budaer-Bergen: auf dem Hársbokor-Berg und Nagyszénás) stimmen die oben angeführten Charakterarten überein, aber in den gleichen Waldtypen voneinander ferner gelegener

Landschaften zeigen sich schon kleinere-grössere Abweichungen. Im Grund genommen dürfen wir sie ausschliesslich nur als lokalbedingte Arten betrachten. Die Ermittelung der Charakterarten der Pilzgesellschaften gehört zu den verhältnismässig schwersten Aufgaben. Hiezu sind äusserst gründliche und gewissenhafte Untersuchungen während wenigstens fünf Jahren notwendig, es ist nämlich vorstellbar, dass wir in dieser Zeitspanne die Pilzvegetation eines Standortes im Laufe von abwechslungsreichen Jahrgängen in allen ihren Relationen kennenlernen können. Sodann ist es dazu notwendig, dass wir auf dem ganzen Landesgebiet die lokalen Pilzbestände identischer Waldassoziationen untersuchen. Nur auf ein so grosses Gebiet sich erstreckende Untersuchungen machen es möglich, dass wir von den in ihrer Mehrheit ubiquisten, bzw. assoziationsindifferenten Pilzen jene Arten ergründen, welche zu gewissen Standorten und Assoziationen treu sind. In der bezüglichen Literatur ermittelt ausschliesslich nur Fr. Kotlaba (1953) Charakterarten, und zwar in den Pilzbeständen der als äusserst extrem zu bezeichnenden Torf-Moos-Assoziationen, indem er die einzelnen Assoziationen recht bezeichnend mit den in ihnen vorkommenden sphagnicolen und turficolen euryoezischen Pilzarten charakterisiert. Für praktische Zwecke sind eigentlich die konstant-dominanten Arten als entsprechender zu bezeichnen, weil sie in den einzelnen Pilzbeständen regelmässig und in Massen vorkommen, also von physiognomischem Standpunkt als viel mehr charakterisierende Arten zu betrachten sind.

5. Zusammenfassung der Ergebnisse der Forschungen in Ungarn

Mehrere Jahre hindurch wurden in den verschiedensten Landstrichen des Landes systematische Untersuchungen, die die Klarlegung der makroskopischen Pilzvegetation der verschiedenen Waldassoziationen bzw. Waldtypen zum Ziele hatten, angestellt. Die Untersuchungen wurden auf stabilen Mess-Quadraten (Dauerquadraten) von je 100 m^2 vorgenommen und gleichzeitig mit diesen wurde auch mit Hilfe der Linearmethode die Pilzvegetation des in Frage stehenden Raumes erforscht ; die Untersuchungen wurden während des ganzen Jahres mit besonderer Beachtung der maximalen Phasen durchgeführt, welche bezüglich der Fruchtkörperbildung als die wichtigsten zu bezeichnen sind. In den Quadraten waren ausser den Artlisten der Pilze die Stückzahl der Fruchtkörper, A—D (Abundanz—Dominanzwerte), S- (Soziabilität)-Werte, manchmal Gewichtsverhältnisse, sodann das Feststellen der sogenannten synthetischen Charakteristik (Fr. ; K. ; F.) der Gegenstand der Analyse. Wir legten ebenfalls mit grosser Sorgfalt die Begleitumstände des Vorkommens (Substratum) fest. Die systematisch aufeinander folgenden Beobachtungen waren dazu berufen, dass sie uns ein Bild vom Jahres-Entwicklungs-Rhythmus der Bodenbewohnenden Grosspilze, von jener schnellen und allgemein ephemeren Erschei-

nung, welche wir die jahres- oder saisonmässige Dynamik der Pilzbestände des Standortes nennen, geben. Die einzelnen Phasen dieses Entwicklungsherganges betrachten wir als Aspekte. Was die Zusammensetzung der einzelnen Pilzbestände und ihren Charakter anbelangt, sind neben den vereinzelten und so isolierten Aspekten die sogenannten »stabilen«, somit von Jahr zu Jahr sich wiederholenden Aspekte als viel wichtiger zu betrachten. Jene Phasen, welche sich am Gipfelpunkt oder auf den Gipfelpunkten des Jahres-Entwicklungsganges melden, registrieren wir als Maximalaspekte (K. FRIEDRICH, 1940).

Die in den Dauerquadraten vorgenommenen permanenten Untersuchungen haben jenen engen biologischen Zusammenhang aufgedeckt, welcher zwischen der höheren Vegetation des Standortes und den in ihr sich entwickelnden als »abhängige, nicht selbständige Gesellschaften« erscheinenden Pilzbeständen, besteht. Diesen Zusammenhang können wir von dem Nahrungsabbau (Humifikation, Mineralisation), von dem Kreislauf der Nährmittel bis zur ausgeprägtesten Symbiose, von der Humusspezialisation, vom Saprophitismus, über die verschiedenen Lebensformen der lockere Verbindungen aufweisenden peritrophen *Mycorrhiza*, sodann über den Epiphytismus bis zum Parasitismus begleiten. Die Massenerscheinungen der Pilze sind von recht ausgeprägtem Übergangscharakter und daher schnell wechselnd. Sie werden von den geringfügigsten Änderungen, die in den ökologischen Faktoren eintreten, abgeändert. Deshalb musste man eindringliche Untersuchungen hinsichtlich der Faktoren, welche vom Gesichtspunkt der Pilze den Standort determinieren, anstellen. Deshalb haben wir den R-Faktor (Bodentemperatur + 10 × Bodenfeuchtigkeit), die Lufttemperatur auf der Bodenoberfläche und im Mikroklima, den Feuchtigkeitsgehalt der Luft, die Niederschlagsverhältnisse, das pH des Bodens usw. untersucht. Unter den ökologischen Faktoren besitzt eine hervorragende Bedeutung der R-Faktor infolge seiner determinierenden Rolle und nicht zuletzt der Einfluss des Menschen (der Mensch zerstört die Pilzfruchtkörper, wenn er durch den Wald geht). Auf Grund der im Vorhergehenden beschriebenen Forschungen, welche im Tiszántúl (Szarvas), in den Budaer-Bergen und im Mátra-Bükkgebirge unternommen wurden, konnten die weiter unten folgenden Gesetzmässigkeiten, in bezug auf den Zusammenhang zwischen der Vegetation des Standortes und den auf dem letzteren erscheinenden Pilzbeständen festgestellt werden.

1. Die makroskopische Pilzvegetation der Waldböden zeigt einen charakteristischen Jahres-Wechsel (Entwicklungsdynamik, Aspekte) in engem Zusammenhang mit dem R-Faktor. Dieser Zusammenhang kann aber nur durch fortlaufende und sich auf mehrere Jahre ersteckende Beobachtungen bewiesen werden, bei welchen man stabile Untersuchungsplätze zu gebrauchen hat ; die Witterung der einzelnen Jahre verändert nämlich den R-Faktor und damit auch die Entwicklungsverhältnisse der Pilze (s. die gänzlich verschiedene Pilzvegetation von trockenen und feuchten Jahrgängen). Die bodenbewohnenden Grosspilze sind zum grössten Teil Saprophyten (Humus- und Fäulnisaprophyten)

bzw. sie bilden Mykorrhizen (echte und peritrophe Mykorrhizen) und so hängt die Zusammensetzung, sowie die Erscheinung ihrer Bestände von den ökologischen und zönologischen Eigenschaften der Grossvegetation (z. B. Wald) ab. Deshalb sind sie zur Charakterisierung der Grossvegetation (besonders zur Erkenntnis des ökologischen Zustandes) — infolge der intensiven zönologischen und nährungsbiologischen Beziehungen — benützbar (Charakterisierung von Waldtypen durch ihre Pilzaspekte!). Von grosser Bedeutung ist die Charakterisierung solcher Waldtypen, welche unter anthropogenem Einfluss stehen und welche hinsichtlich der Laubkronenschicht als auch der Grasschicht ihren Charakter verloren haben. Dies geschieht mit Hilfe solcher Pilzaspekte, welche ob ihrer mykorrhizischen Verbindungen als viel konservativer und deshalb auch zu einem späteren Zeitpunkt als charakteristischer gelten. Um das Vorhergesagte vor Augen zu führen, haben wir die Pilzvegetation eines tiefländischen Eichenwaldes und eines gepflanzten Nadelholzbestandes analysiert. Diese waren — wie wir gesehen haben — sowohl in ihren floristischen als auch in ihren zönologischen Zusammenhängen, sodann in ihrem Jahresentwicklungsgang recht verschieden. In den Eichenwäldern kulminiert der R-Faktor jährlich zweimal (diese Feststellung ist im allgemeinen für die Laubwälder des Hochlandes gültig), u. zw. am Anfang oder am Ende des Sommers (aestivaler Aspekt) und im Herbst (autumnaler Aspekt) ; in den Nadelholzwäldern immer nur im Herbst, bzw. in den späten Herbstmonaten (manchmal hivernaler Aspekt). Dementsprechend erscheinen die maximalen Pilzaspekte in den Eichenwäldern und in Laubwäldern im allgemeinen im Sommer (im Jahre 1947 im Juli, in den Jahren 1948 und 1949 im Juni, bzw. Juli, in den Jahren 1950—55 in den Monaten Juli—August; das zweite Maximum erscheint bei ihnen in den Monaten September—Oktober), bei den Nadelholzbeständen dagegen während des Herbstes. Im trockenen Sommer herrschen therme-xerophile Pilzarten vor. Diese sind zum grössten Teil Mykorrhizen. Die Humusspezialisten erscheinen in Massen im Maximalaspekt, bzw. erst im Herbst. Die konstant-dominanten Elemente der einzelnen Pilzbestände sind zum grössten Teil ectotroph-peritrophe Mykorrhizen. Die Charakterarten sind fast ausnahmslos mykorrhizische Arten. Die bisher festgestellten Charakterarten sind als lokale zu betrachten.

2. Die Pilzvegetation eines Standortes können wir ausschliesslich anhand der über der Bodenfläche erscheinenden oder auf den Bäumen sich entwickelnden (sogenannte Geo- und Xylomykophyten) Fruchtkörper bestimmen. Die Erscheinung des Fruchtkörpers hängt von der Disposition des Myzelienkörpers zur Fruktifikation ab ; diese Erscheinung steht mit den ökologischen Faktoren in Verbindung. Der R-Faktor spielt in dieser Beziehung eine besondere Rolle. Was die Bodenfeuchtigkeit anbelangt, findet in den Wäldern des Tieflandes bei 5—7% kein Myzelienwuchs statt und demzufolge bilden sich auch keine Fruchtkörper. Ein optimales Pilzgedeihen fand ich in Eichenwäldern bei 20—30% in Nadelholzwäldern im Herbst bei 30—40% Bodenfeuchtigkeit. Die Bodentem-

peratur, das Licht, die Exposition, sowie die pH-Verhältnisse spielen ebenfalls eine beeinflussende Rolle. Die ökologische Charakterisierung ist mit Hilfe des R-Faktors am einfachsten.

3. Es gelang mir die charakterisierenden Pilzaspekte und Pilzsynusien (Xylomykophyten-Pilzassoziationen), neun verschiedener Waldassoziationen und mehrerer Waldtypen, die Jahresdynamik der Pilzbestände, sodann die konstant-dominanten und lokalen Charakterarten der einzelnen Pilzbestände bzw. ihrer Biotopen festzustellen. Diese sind von den Pilzbeständen bzw. deren bezeichnenden Arten der im Ausland untersuchten ähnlichen oder teils verwandten Waldgesellschaften gänzlich verschieden.

4. Der Zusammenhang, welcher zwischen den einzelnen Waldassoziationen und der Zahl der in ihnen entwickelten Fruchtkörper bzw. ihrer Menge, besteht, ist uns in erster Linie aus den Untersuchungen von G. BOHUS bekannt. Diesem Zusammenhang zufolge ist die Zahl der Pilzfruchtkörper — wenn wir die im *Querceto-Carpinetum* erscheinende Menge mit 100 annehmen-im *Querceto-Potentilletum* nurmehr 84%, im *Fagetum* 21%, im *Querceto-Luzuletum nemorosae* 15% bzw. 9% und endlich im *Tilio-Fraxinetum* 9% bzw. 15%. Zu diesen Ergebnissen konnten ausschliesslich nur zönologische Untersuchungen führen. Mit ähnlicher Methode kann man auf dem ganzen Gebiet des Landes in bezug auf die wichtigsten Waldassoziationen und Waldtypen die Mengen der Pilzproduktion, die unter den optimalen Bedingungen zu erwarten sind, geben. Forschungen dieser Art sind bei der Organisation und Leitung des Pilzsammelns von ausschlaggebender Wichtigkeit.

5. Die Aufgabe der weiteren Forschungen besteht im ganzen Lande darin, dass man die Pilzbestände der wichtigsten und charakteristischsten Waldassoziationen mit zönologischen Methoden analysiert und auswertet. Weiterhin muss man anhand vergleichender Angaben die konstant-dominanten Charakterarten der einzelnen Waldtypen feststellen und mit Hilfe dieser die von den Blütenpflanzen des Standortes gebildeten Assoziationen charakterisieren. Man muss die Rolle des R-Faktors, die er im Entwicklungsrhythmus der Pilze sowie in den Aspektphasen und in der allgemeinen Mengendynamik spielt, klären. Endlich muss man eine Methode suchen, die zur quantitativen Messung der Myzelienmenge der Bodenphytozönose geeignet ist.

LITERATUR

1. BÄSSLER, K.: 1944. Untersuchungen über die Pilzflora der Pfälzer Kastanienwälder. Mitt. d. Verein f. Naturkunde u. Naturschutz etc. Pollichia, **12.** p. 5—69.
2. BÁNHEGYI—BOHUS—KALMÁR—UBRIZSY: 1953. Magyarország nagygombái. (Die Grosspilze Ungarns.) Budapest. Akadémiai Kiadó.
3. BOHUS—KALMÁR—UBRIZSY: 1951. Magyarország kalaposgombáinak meghatározó kézikönyve. (Bestimmungsbuch für die Hymenomyceten Ungarns.) Budapest. Akadémiai Kiadó.
4. BOHUS, G.: 1952. Növénytársulások, életfeltételek, a gombafajok száma és mennyisége a budai-hegységi Hárshokor-hegyen és környékén. — Les associations végétales, les

conditions de vie, le nombre et quantité des espèces de champignons à Hársbokor-hegy et ses environs dans les montagnes de Buda. Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici. **2.** p. 281—285.

5. Bohus, G.: 1954. A Hársbokor-hegy környékén levő erdőtársulásokban termő gomba súlyára vonatkozó mérések és számítások. — Observations quantitatives et calculations concernant la masse des champignons poussant dans les associations forestières de Hársbokor-hegy et de ses environs (Montagnes de Buda) en 1952 et 1953. Ebenda. **5.** p. 121—130.
6. Braun-Blanquet, J.: 1951. Pflanzensoziologie. 2. Auflage. Wien. Springer Verlag.
7. Favre, J.: 1949. Les associations fongiques des hautsmarais jurassiens et de quelques régions voisines. Matériaux pour la Flore Cryptogamique Suisse. Bern.
8. Fehér, D.—Bessenyei, Z.: 1933. Minőségi és mennyiségi vizsgálatok az erdőtalaj makroszkopikus gombaflórájáról. (Qualit. u. quant. Untersuch. über die makroskop. Pilzflora d. Waldbodens.) Erd. Kis. **35.** p. 261.
9. Fehér, D.: 1954. Talajbiológia. (Bodenbiologie.) Budapest, Akadémiai Kiadó.
10. Friedrich, K.: 1936. Zur Ökologie der höheren Pilze. I. Ber. d. D. Bot. Ges. **54.** p.
11. Friedrich, K.: 1937. Zur Ökologie der höheren Pilze, II. Ebenda. **55.** p.
12. Friedrich, K.: 1940. Untersuchungen zur Ökologie der höheren Pilze. Jena. Gustav Fischer Verlag.
13. Grainger, J.: 1946. Ecology of the larger Fungi. Transaction of the British Mycological Society. **29.** Parts 1—2.
14. Haas, H.: 1932. Die bodenbewohnenden Grosspilze in den Waldformationen einiger Gebiete von Württemberg. Beihefte z. Bot. Zentralblatt. B. **50.** Abt. II. p. 35—134.
15. Höfler, K.: 1938. Pilzsoziologie. Ber. d. D. Bot. Ges. **55.** 1937. p. 606—622.
16. Jahn, E.: 1934. Die peritrophe Mykorrhiza. Ber. d. D. Bot. Ges. **52.** p. 463.
17. Jahn, E.: 1936. Die peritrophe Mykorrhiza. 2. Zur Physiologie und Biologie der Begleitpilze. Ebenda. **53.** p. 847.
18. Kárpáti, I.—Mrs. Kárpáti, V.: 1954. The Aspects of the Calciphilous Turf (Festucetum vaginatae danubiale) in the Environs of Vácrátót in 1952. Acta Botanica. **1.** p. 129—157.
19. Kotlaba, Fr.: 1953. Ekologicke-sociologická studie o mykoflore „Sebeslavskychblat". Preslia, **25.** p. 305—350.
20. Lange, I. E.: 1923. Studies in the Agarics of Denmark. V. Dansk. Bot. Arkiv. **4.** No. 4.
21. Leischner-Siska, E.: 1939. Zur Soziologie und Ökologie der höheren Pilze. Beihefte z. Bot. Zentralblatt. **59.** Abt. B. p. 359—429.
22. Pirk, W.: 1948. Zur Soziologie der Pilze in Querceto-Carpinetum. Zeitschrift f. Pilzkunde. B. **21.** p. 11—20.
23. Pirk, W.: 1952. Die Pilzgesellschaft der Baumweiden im mittleren Wesertal. Mitt. d. Floristisch-soz. Arbeitsgemeinschaft. N. F. **3.** p. 93—96.
24. Schaefer, Z.: 1944. Nekolik kapitol z ekologie a biologie našich výšších hub. Veda Přirodni. **22.** 1943—44. p. 292—299.
25. Šmarda, F.: 1948. Ekologie a Sociologie hub, in Klika: Rostlinná sociologie. Praha. p. 260—271.
26. Spacek, J.: 1953. Thermophile Mycoflora in Mähren. I. Acta Acad. Sc. Nat. Moravo-Silesiacae. **25.** Fasc. 13. p. 357—392.
27. Ubrizsy, G.: 1941. A Nyírség gombavegetációja. — La végétation mycologique de Nyírség. Tisia. **5.** p. 1—51.
28. Ubrizsy, G.: 1943. Szociológiai vizsgálatok a Nyírség gombavegetációján. — Recherches phytosociologiques sur la végétation mycologique du Nyirség. Acta Geobotanica Hungarica. **5.** p. 251—279.
29. Ubrizsy, G.: 1948. Az erdőtalajok makroszkópikus gombavegetációja és az R-tényező. — La végétation de champignons macroscopiques des sols forestièrs et le facteur R. Erd. Kis. **48.** p. 1—15.
30. Ubrizsy, G.: 1948. Vizsgálatok a csiperkegomba és más nagygombák transpirációs viszonyairól. — Recherches sur les relations transpiratives du Psalliota campestris et d'autres champignons. Kert és Szőlőgazd. Karának Közl. **12.** p. 210—216.
31. Ulbrich, E.: 1937. Das Pilzjahr 1937. Verh. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. **78.**
32. *Васильков, Б.:* 1938. Опыт изучения грибов при геоботанических исследованиях. Советская Ботаника. № 4—5, стр. 169—176.
33. Warcup, H. J.: 1951. Studies on the Growth of Basidiomycetes in Soil. Ann. of Bot. N. S. **15.**

НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСЛОВИЙ СИМБИОЗА ПОЧВЕННЫХ МАКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ЛЕСОВ

Г. УБРИЖИ

Резюме

В течение нескольких лет проводились систематические исследования в различных областях страны для раскрытия макроскопической микофлоры в различных лесных ассоциациях и типах. Исследования проводились на стабильных квадратах (Dauerquadrat) размером в 100 м² (при одновременном исследовании микофлоры всей территории линейным способом) в течение всего года, причем обращалось внимание на самые значительные в отношении продукции плодовых тел, так называемые максимальные фазы. На исследованных квадратах предметом анализа являлись: число, величина A—D, величина S плодовых тел, иногда их условия веса, далее синтетические показатели (Fr., K., F.) кроме того был составлен список видов грибов. Большое внимание уделялось точному определению условий произрастания (субстрат!). Непрерывные исследования были назначены предоставить нам картину о годичном ритме развития почвенных макроскопических грибов, о том быстром и как правило эфемерном явлении которое называется годичной или сезонной динамикой грибных мест.

Отдельные фазы этого процесса развития рассматриваются как аспекты. Наряду с отдельными и изолированными аспектами, в отношении состава и характера грибных мест большое значение имеют так называемые стабильные, то есть повторяющиеся из года в год аспекты. Проявляющиеся на кульминационном пункте или пунктах фазы отмечаются как максимальные аспекты (К. Фридрих, 1940). Непрерывные исследования, проведенные на постоянных квадратах раскрыли также ту тесную биоценологическую взаимосвязь, которая существует между цветной вегетацией данного места произрастания и образующимися в последней грибными составами, которые играют роль так называемой «зависящей, не самостоятельной ассоциации». Эту взаимосвязь можно проследить от разложения питательных веществ (гумификация, минерализация) и их круговорота до самого выраженного симбиоза, от специализации на гумусе через различные формы сапрофитизма, перитрофной микоризы (означающей лишь слабую связь) и через эпифитизм вплоть до паразитизма.

Массовые явления грибов носят весьма переходный характер и быстро изменяются. Самое незначительное изменение экологических факторов изменяет их. Ввиду этого оказалось необходимым провести подробные исследования на местах произрастания относительно изменений, определяющих с точки зрения грибов факторов. Были исследованы: Фактор R, (температура почвы + 10 х влажность почвы), температура воздуха на поверхности почвы и в микроклимате, влажность воздуха, условия атмосферных осадков, величина pH почвы и т. д. Среди экологических факторов выдающееся значение имеет определяющая роль фактора R, также как и антропогенный фактор (человек, при хождении в лесу уничтожает плодовые тела грибов). На основании вышеупомянутых исследований, которые проводились в Затисье (Сарваш), в горах буды, на территории гор Матра и Бюкк, в отношении взаимосвязей между вегетацией на местах произрастания и проявляющимися в последних грибными составами можно определить следующие закономерности:

1. Макроскопическая микофлора лесных почв проявляет характерные годичные изменения (динамика развития, аспекты) в тесной связи с фактором R. Однако, эту взаимосвязь можно выявить лишь на основании постоянных наблюдений, проводимых в течение нескольких лет (применяя стабильные места исследования), так как погода отдельных годов изменяет фактор R, и в связи с этим также и условия развития грибов (ср. совершенно различную микофлору сухих и влажных годов!). Почвенные макроскопические грибы являются главным образом сапрофитами (живущими на гумусе или на продуктах гниения), или же образуют микоризу (настоящую или перитрофную), следовательно, состав грибов, их появление зависят от макровегетации (напр. лес), причем благодаря тесной ценологической связи и биологии питания их можно использовать для определения экологического состояния (характеристика лесных типов на основании грибных аспектов). Большое значение имеет характеристика находящихся под антропогенным влиянием, и ставших бесхарактерными в отношении как листва, так и дерна лесных типов, с помощью грибных аспектов, которые благодаря микоризовым связям гораздо более консервативны, и, следовательно, остаются в последствии также характерными. В целях иллюстрации вышесказанного, автор анализирует микофлору одного дубовника, и одного искусственно насажденного краснолесья в Большой Венгерской

низменности. Они как в флористическом и ценологическом отношениях, так и по годичному ходу развития были совершенно различными. В дубовом лесу фактор R проявляет две кульминации в год (это установление действительно для горных лиственных лесов в общем!): в начале или в конце лета (летний аспект) и осенью (осенний аспект); в краснолесье кульминация наблюдается всегда только осенью, или же в поздние осенние месяцы (иногда зимний аспект). В соответствии с этим максимальные аспекты грибов проявляются в дубовниках и лиственных лесах, как правило, летом (в 1947 году в июле, в 1948—49 гг. в июне-июле, в 1950—1955 гг. в июле—августе; вторичный максимум: в сентябре-октябре), а в краснолесье — в течение осени. В сухие годы доминируют термоксерофильные виды грибов, причем они в большинстве случаев образуют микоризы. Большинство видов, живущих на перегное, появляется в максимальных аспектах, или же только осенью. Постоянно-доминантные элементы отдельных грибных мест представляют собой главным образом виды, образующие эктотрофные и перитрофные микоризы. Характерные виды можно рассматривать локальными.

2. Миковегетацию отдельных мест произрастания можно определить только на основе появляющихся на почве, или же развивающихся на деревьях плодовых тел (так. наз. гео- или ксиломикофитов). Появление плодовых тел зависит от способности грибницы к оплодотворению, и связано с экологическими факторами. Особую роль играет при этом фактор R. Что касается влажности почвы, в лесах Большой Венгерской низменности при 5—7 процентной влажности мицелий уже не растет, следовательно, и образование плодовых тел тоже не имеет места. Оптимальное произрастание грибов автор наблюдал в дубовниках при 20—30 процентной влажности почвы, а в краснолесье осенью, при 30—40 процентной влажности почвы. Температура почвы, освещение, угол наклона (экспозиция) и условия pH также влияют на произрастание грибов. Самым простым способом является экологическая характеристика при помощи фактора R.

3. Автору удалось определить характерные грибные аспекты девяти лесных ассоциаций и нескольких лесных типов, также как и их гринние synusia (ксиломикофитные грибные ассоциации), годичную динамику грибных составов, константно-доминантные и местные характерные виды отдельных грибных мест и биотопов. Они коренно отличаются от грибных составов и их характерных видов, исследованных за рубежом, в подобных или отчасти родственных лесных ассоциациях.

4. Взаимосвязь между количеством грибных плодовых тел и числом отдельных лесных ассоциаций известна нам прежде всего из исследований Г. Бохуша. Согласно этой связи, если принимать количество плодовых тел в лесной ассоциации **Querceto-Carpinetum** за 100 процентное, то оно в ассоциации **Querceto-Potentilletum** будет 84 процентным, в **Fagetum** — 21 процентным, в **Querceto luzuletum nemorosae** — 15 или же 9 процентным, и наконец в ассоциации **Tilio-Fraxinetum** — 9 или же 15 процентным. Кэтим результатам можно было прийти только путем ценологических исследований. При помощи этой методики можно определить для всей территории страны в отношении главных лесных ассоциаций или типов количество продукции грибов, ожидаемое при оптимальных условиях. Подобные исследования имеют исключительное значение при организации и направлении сбора грибов.

5. Задачей дальнейших исследований является раскрыть и оценить на всей территории страны при помощи ценологических методов грибные составы самых важных и характерных лесных ассоциаций. На основании сравнительных данных следует определить константно-доминантные и характерные виды отдельных лесных типов, и с помощью полученных данных ассоциации характеризовать образованные цветными растениями на местах произрастания. Необходимо продолжать выяснение роли фактора R в ритме развития грибов, в отношении фаз аспектов и их общей массовой динамики. Наконец следует разработать методику также и для количественного измерения масс вегетативных грибов почвенных фитоценозов.

A kiadásért felel az Akadémiai Kiadó igazgatója Műszaki felelős: Farkas Sándor
A kézirat nyomdába érkezett: 1956. V. 19. — Terjedelem: 17,75 (A/5) ív, 104 ábra, 9 melléklet

Akadémiai Nyomda, Budapest, Gerlóczy u. 2. — 39563 — Felelős vezető: Puskás Ferenc

Les *Acta Botanica* paraissent en russe, français, allemand et anglais et publient des travaux du domaine des sciences botanicales.

Les *Acta Botanica* sont publiés sous forme de fascicules qui seront réunis en un volume.

On est prié d'envoyer les manuscrits destinés à la rédaction et écrits à la machine à l'adresse suivante :

Acta Botanica, Budapest, 62, Postafiók 440.

Toute correspondance doit être envoyée à cette même adresse.

Le prix de l'abonnement est de 110 forints par volume.

On peut s'abonner à l'Entreprise du Commerce Extérieur de Livres et Journaux «Kultura» (Budapest VI., Sztálin út 21. Compte-courant No. 43-790-057-181) ou à l'étranger chez tous les représentants ou dépositaires.

The *Acta Botanica* publish papers on botanical subjects in Russian, French, English, and German.

The *Acta Botanica* appear in parts of varying size, making up one volume.

Manuscripts should be typed and addressed to :

Acta Botanica, Budapest 62, Postafiók 440.

Correspondence with the editors and publishers should be sent to the same address.

The rate of subscription to the *Acta Botanica* is 110 forints a volume. Orders may be placed with «Kultura» Foreign Trade Company for Books and Newspapers (Budapest, VI., Sztálin út 21. Account No. 43-790-057-181) or with representatives abroad.

Die *Acta Botanica* veröffentlichen Abhandlungen aus dem Bereiche der botanischen Wissenschaften in russischer, französischer, deutscher und englischer Sprache.

Die *Acta Botanica* erscheinen in Heften wechselnden Umfanges. Mehrere Hefte bilden einen Band.

Die zur Veröffentlichung bestimmten Manuskripte sind, mit Maschine geschrieben, an die folgende Adresse zu senden :

Acta Botanica, Budapest 62, Postafiók 440.

An die gleiche Anschrift ist auch jede für die Redaktion und den Verlag bestimmte Korrespondenz zu richten.

Abonnementspreis pro Band 110 Forint. Bestellbar bei dem Buch- und Zeitungs-Aussenhandels-Unternehmen »Kultura« (Budapest, VI., Sztálin út 21. Bankkonto Nr. : 43-790--057-181) oder bei seinen Auslandsvertretungen und Kommissionären.

55,— Ft

INDEX

Andreánszky, G.: Les etapes et les conditions biologiques de l'évolution de la flore tertiaire en Hongrie — *Андреански, Г.:* Этапы и биологические факторы развития третичной флоры в Венгрии 221

Borhidi, A.: Die Steppen und Wiesen im Sandgebiet der Kleinen Ungarischen Tiefebene — *Борхиди, А:* Степные и луговые растительные ассоциации на песчаных территориях Малой Венгерской низменности 241

Kárpáti, I.—Kárpáti, V.: Natürliches Vorkommen von Fraxinus oxycarpa in Ungarn 275

Kárpáti, Z.: Die Florengrenzen in der Umgebung von Sopron und der Florendistrikt Laitaicum — *Карпати, З.:* Флористические окрестности г. Шопрон и флористическая область Лайтаикум 281

Kol, E.: Comparative Algological and Hydrobiological Studies in Rice Fields in Hungary — *Кол, Э.:* Альгологические и гидробиологические сравнительные исследования на рисовых плантациях в Венгрии 309

Potapow, N. G.—Maróti, M.: Vergleichende Untersuchung der Meristeme von Wurzel- und Sprossspitze an Bohnenkeimlingen — *Потапов, Н. Г.—Маротн, М.:* Сравнительное исследование меристем конуса нарастания и корней на зародыше фасоли 365

Potapow, N. G.—Maróti, M.: Die Synthese der Nukleinphosphorsäure in der Wurzel und im Spross von Bohnenkeimlingen — *Потапов, Н. Г.—Маротн, М.:* Синтез нуклеинфосфорной кислоты в корнях и побегах зародыша фасоли 377

Ubrizsy, G.: Neuere Untersuchungen über die Zönologie bodenbewohnender Grosspilze der Waldtypen — *Убрижи, Г.:* Новые исследования условий симбиоза почвенных макроскопических грибов в различных типах лесов 391